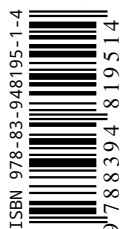


KODEKS

DOBRYCH PRAKTYK W UPRAWIE BURAKÓW CUKROWYCH



CENA 49,95 zł



ISBN 978-83-948195-1-4

9 788394 819514

PRZYGOTOWUJEMY | ŻYWIMY | SIEJEMY
PIELĘGNUJEMY | ZBIERAMY | PRZECHOWUJEMY

KODEKS

DOBRYCH PRAKTYK

W UPRAWIE BURAKÓW CUKROWYCH



**ZWIĄZEK
PRODUCENTÓW
CUKRU W POLSCE**

KODEKS DOBRYCH PRAKTYK W UPRAWIE BURAKÓW CUKROWYCH

Krajowy Związek Plantatorów Buraka Cukrowego
Warszawa, 2025

Autorzy

prof. dr hab. Jacek Przybył¹
dr hab. inż. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR-PIB²
dr hab. Witold Szczepaniak, prof. UPP¹
dr inż. Wojciech Miziniak³
dr Beata Michalska-Klimczak⁴
dr Agnieszka Kiniec³
mgr inż. Agnieszka Ulatowska³
dr inż. Agnieszka Andrusiak⁵
dr inż. Dariusz Górski³
mgr Michał Gawryszczak⁶
mgr inż. Rafał Strachota⁵

Redaktor

Bernadetta Ryńska

Redaktor naukowy

dr Agnieszka Kiniec

Recenzent naukowy

prof. dr hab. Marek Mrówczyński⁷

Recenzenci branżowi

Maciej Grobelny – Pfeifer & Langen Polska S.A.
Zbigniew Izdebski – Südzucker Polska S.A.
dr inż. Joanna Onuch – Krajowa Grupa Spożywcza S.A.
Włodzimierz Spychała – Nordzucker Polska S.A.

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

²Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Bydgoszczy

³Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu – Terenowa Stacja Doświadczalna w Toruniu

⁴Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

⁵Krajowy Związek Plantatorów Buraka Cukrowego

⁶Związek Producentów Cukru w Polsce

⁷Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu

Autorzy fotografii

Kiniec A., Klukowski Z., Miziniak W., Nowakowski M., Piszczyk J., Skonieczek P., Snopczyński T.,
Strażyński P., Ulatowska A., Wachowski A., Wieremczuk A., Zawada D.

Skład i łamanie

Agro Wydawnictwo Sp. z o.o.
Druk: Drukarnia Kolumb

ISBN 978-83-948195-1-4

Spis treści

Przygotowujemy	7
Wymagania glebowe	7
Stosowanie płodozmianu – przedplon	8
Warianty technologiczne	9
Żywimy	14
Regulacja odczynu gleby	14
Nawożenie fosforem i potasem	15
Nawożenie magnezem i siarką	19
Nawożenie azotem	20
Dolistne dokarmianie roślin	21
Siejemy	26
Termin siewu	26
Siewnik	27
Siew	27
Obsada roślin	27
Odmiany buraka cukrowego	28
Praktyczne wskazówki	28
Pielęgnowujemy	30
Zwalczanie chwastów	30
Integracja metod zwalczania	30
Działania zapobiegawcze	30
Progi szkodliwości	30
Metody zwalczania chwastów	31
Chemiczne zwalczanie chwastów	31
Dobór środków	32
Łączne stosowanie herbicydów	32
Dawki dzielone, mikrodawki	32
Technologia Conviso Smart	33
Skuteczność zabiegów herbicydowych	34
Odporność chwastów na herbicydy	35
Bezpieczeństwo uprawy buraka cukrowego	35
Ochrona buraka cukrowego przed chorobami	39
Ochrona przed chwościkiem (<i>Cercospora beticola</i>)	40

Syndrom niskiej zawartości cukru (<i>syndrom basse richesse</i> – SBR).....	42
Ochrona buraka cukrowego przed szkodnikami.....	45
Stosowanie środków ochrony roślin.....	53
Zbieramy	58
Termin zbioru buraków.....	58
Wymagania agrotechniczne.....	59
Straty plonu przy zbiorze buraków cukrowych.....	61
Rodzaje i przyczyny strat.....	62
Burak z główką.....	63
Kilka uwag o użytkowaniu kombajnów do zbioru buraków cukrowych.....	64
Pas na nawroty.....	64
Transport korzeni do przyzmy.....	64
Jakość pracy kombajnów.....	65
Stan techniki w zakresie zbioru buraka cukrowego.....	66
Przechowujemy	67
Przyczyny strat podczas składowania.....	67
Ograniczenie strat podczas przechowywania.....	67
Miejsce usytuowania przyzmy.....	69
Uformowanie przyzmy.....	69
Materiały do okrywania przyzm.....	69
Technika okrywania przyzm.....	70
Czyszczarko-ładowarki.....	70
Rolnictwo precyzyjne w uprawie buraka cukrowego	71
Definicja rolnictwa precyzyjnego.....	71
Technologie rolnictwa precyzyjnego.....	71
Mapowanie plonu.....	72
Mapowanie stanu plantacji.....	72
Nawożenie ze zmienną dawką.....	72
Zlokalizowana ochrona roślin.....	73
Systemy automatycznego sterowania pielnikami.....	73
Dynamiczna zmiana głębokości uprawy.....	73
Zmienny przestrzennie siew.....	73
Zarządzanie kombajnami do zbioru buraków.....	73
Automatyczne prowadzenie maszyn.....	74
Telematyka.....	74
Słownik pojęć	75
Dokumentacja	77
Spis literatury	79



prof. dr hab.
Marek Mrówczyński

Od 2023 r. obowiązuje ekoschemat Integrowana Produkcja Roślin (IP), który pozwala na produkcję surowców o najwyższej jakości. Plantatorzy buraka cukrowego są bardzo zainteresowani IP, gdyż po spełnieniu wymogów można uzyskać dopłatę. Co znacznie pokrywa i przewyższa koszty. Prowadzenie IP buraka cukrowego wymaga od Plantatorów i Doradców specjalistycznej wiedzy, która jest zawarta w nowoczesnej publikacji *Kodeks dobrych praktyk w uprawie buraków cukrowych*.

Kodeks został opracowany przez najlepszych specjalistów z wielu jednostek, które zajmują się nowoczesnymi technologiami produkcji buraka cukrowego: Instytut Ochrony Roślin – PIB, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Aklimatyzacji i Hodowli Roślin – PIB, SGGW oraz KZPBC, a także ZPC. Kodeks pozwoli Plantatorom oraz Służbom surowcowym producentów cukru na spełnienie wymagań, które dotyczą IP buraka cukrowego, co pozwoli poprawić produktywność i efektywność uprawy oraz wytwarzać surowiec o najlepszej jakości przy jednoczesnej optymalizacji kosztów produkcji. Kodeks rozpoczyna rozdział, który szeroko opisuje wymagania glebowe, stosowane płodozmiany oraz nowoczesne warianty technologiczne uprawy. Rozdział o nawożeniu precyzyjnym uwzględnia nowoczesne aplikacje, w tym dolistne dokarmianie roślin, które można stosować łącznie z innymi agrochemikaliami. Publikacja uwzględnia także dobór odmian odpornych i tolerancyjnych na agrofagi, co należy do najważniejszych wymagań IP. Kodeks w rozdziale o pielęgnacji szeroko opisuje regulację zachwaszczenia z wykorzystaniem mechanicznych metod oraz przy ograniczonym stosowaniu herbicydów w dawkach dzielonych i mikrodawkach, a także z użyciem adiuwantów, co jest zgodne z IP. Ochrona przed patogenami oraz szkodnikami szeroko uwzględnia wykorzystanie metod biologicznych, a także zastosowanie progów szkodliwości oraz monitorowania i sygnalizacji w nowoczesnych systemach wspomagania podejmowania decyzji, co jest zgodne z założeniami IP i pozwala na redukcję chemizacji produkcji buraka cukrowego. W niniejszej publikacji szeroko został opisany zbiór buraków oraz następnie warunki i sposoby przechowania korzeni, co pozwala na redukcję strat do minimum. *Kodeks dobrych praktyk w uprawie buraków cukrowych* powinien być wszechstronnie wykorzystywany przez Plantatorów oraz Służby surowcowe, co pozwoli na prawidłową realizację wymagań, które wynikają z ekoschematu – Integrowana Produkcja Roślin. Kodeks pozwoli Plantatorom buraków cukrowych na prowadzenie nowoczesnej produkcji, która spełnia wszystkie wymagania związane z IP, co umożliwi certyfikację i uzyskanie wsparcia finansowego według dopłat do ekoschematu – Integrowana Produkcja Roślin, w tym buraka cukrowego.

prof. dr hab. Marek Mrówczyński,
Dyrektor IOR-PIB
w latach 2018–2021 oraz 2007–2012

Przygotowujemy

Burak cukrowy daje obfite plony, gdy uprawia się go na glebach żyznych, niekwaśnych, zasobnych w substancję próchniczną i składniki mineralne. Najlepsze są gleby głębokie, o uregulowanych stosunkach wodno-powietrznych, o właściwościach fizycznych umożliwiających penetrację powietrza i wody w głąb warstwy ornej oraz o zdolności do zatrzymywania wody.

■ Wymagania glebowe

Gleby przeznaczone pod uprawę buraków cukrowych powinny umożliwiać wczesne wejście w pole i przeprowadzenie w optymalnych terminach agrotechnicznych licznych zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych. Uzyskanie dobrego ilościowo i jakościowo plonu jest związane z szybkim uformowaniem rozety liściowej oraz szybkim wzrostem korzenia w warstwie ornej gleby i jego penetracją w podglebiu.

Najważniejsze właściwości gleby pod buraki cukrowe:

- głęboka warstwa orno-próchniczna (do 30 cm),
- średnia zwięźłość, struktura gruzelkowata,
- duża aktywność biologiczna.

Niepożądane są różne przeszkody, np. kamienie, zwarte bryły, duże puste przestrzenie wypełnione powietrzem, a w profilu glebowym warstwy podłoża zbyt nasycone wodą, twarde i nieprzepuszczalne (tzw. podeszwa płuzna), będące najczęściej następstwem wadliwej uprawy gleby. Uważa się też, że struktura gruzelkowa warstwy ornej ma o wiele większe znaczenie w uprawie buraka niż głębokość tej warstwy.

O potencjale plonotwórczym buraka cukrowego decyduje także odczyn gleby, który powinien być zbliżony do obojętnego w granicach 6,0–7,0. Na glebach zbyt kwaśnych nityfikacja może być słaba, a na glebach zbyt zasadowych rośliny mogą mieć trudności z przyswajaniem żelaza, magnezu, manganu, a zwłaszcza boru.

ZAPAMIĘTAJ

Największe plony uzyskuje się na glebach najlepszych, należących do kompleksów pszennych bardzo dobrych i pszennych dobrych (kompleksy 1 i 2), a także na glebach w wysokiej kulturze, należących do kompleksu żytniego bardzo dobrego (kompleks 4). Pod uprawę buraka cukrowego odpowiednie są gleby kategorii agronomicznej ciężkiej lub średniej oraz klas bonitacyjnych od I do IVa.

Ocena gleby

Analiza gleby powinna obejmować określenie jej odczynu (pH) oraz zasobność w przyswajalne formy makroskładników tj.: fosfor, potas i magnez. Ponadto glebę można przebadать pod kątem zawartości w niej mikroelementów tj.: bor, miedź, cynk, żelazo i mangan.

Kluczowym elementem do przeprowadzenia prawidłowej analizy gleby jest poprawne pobranie próbek glebowych.

Próbki glebowe można pobierać w dwóch terminach: po zbiorach roślin przed wysiewem nawozów, lub wczesną wiosną przed rozpoczęciem prac polowych. Próbki należy pobrać z wierzchniej warstwy gleby (0–20 cm) za pomocą specjalistycznej laski glebowej (laski Egnera) lub świdrem glebowym.

ZAPAMIĘTAJ

W przypadku pól o wyrównanej kategorii gleby oraz zbliżonym ukształtowaniu terenu maksymalna powierzchnia przypadająca na próbę ogólną nie powinna przekraczać 4 ha.

Warto pamiętać, że im większe jest zróżnicowanie gleb na polu, tym mniejszy powinien być obszar próbki mieszanej. Z jednorodnego pola należy pobrać co najmniej 20 prób indywidualnych z całej głębokości warstwy ornej i przygotować z nich próbę reprezentatywną dla danego obszaru.

Uzyskane wyniki badań pozwalają na dokładne dostosowanie dawek nawozów do aktualnego pH gleby i zawartości w niej składników oraz wymagań pokarmowych rośliny. Ponadto są niezbędne dla optymalnej produkcji, aby uniknąć nadmiernego wypłukiwania składników mineralnych do środowiska i zapewnienia odpowiedniej jakości uzyskanych plonów. Rosnące plony i coraz wyższe wymagania co do jakości produktów często wymagają bardziej precyzyjnych zaleceń nawozowych. **Regularna analiza gleby co 3–5 lat jest istotną częścią dobrych praktyk rolniczych.**

■ Stosowanie płodozmianu – przedplon

W celu zachowania trwałej produktywności i zdrowotności siedliska glebowego na polu, na którym systematycznie uprawiane są buraki cukrowe, należy stosować odpowiedni, racjonalny płodozmian.

Zboża

Najlepszym przedplonem w uprawie buraka cukrowego jest stanowisko po roślinach zbożowych, zwłaszcza ozimych. Po ich zbiorze jest dużo czasu na wykonanie uprawy roli i zespołu uprawek późniwnych.

Planując międzyplon pod buraki cukrowe warto stawiać na gatunki dobrze ocieniające glebę, nie tworzące masy nadmiernie zdrewniałej i łatwo przemarzającej zimą. Wsiewki poplonowe chronią glebę przed erozją i ograniczają wymywanie składników pokarmowych, dostarczają 10–15 ton masy na przyoranie, a znaczna masa korzeni poprawia właściwości fizyczne gleby.



PRZYKŁAD

Po zbożach można uprawiać odmiany fitosanitarne roślin międzyplonowych, takich jak gorczyca biała (odmiany antymącznikowe), rzodkiew oleista, facelia błękitna, a nawet słonecznik.

Ziemniak

Niekorzystnym przedplonem dla buraka cukrowego jest ziemniak. Takie następstwo roślin może powodować pogorszenie wartości technologicznej korzeni. Po ziemniaku rola jest często nadmiernie rozpylona, zwłaszcza na glebach mało strukturalnych, toteż burak cukrowy narażony jest na brak powietrza, szczególnie we wczesnych fazach wzrostu. Po ziemniaku pozostaje znacznie więcej niż po innych przedplonach larw szkodników, które uszkadzają młode siewki buraka.

Rośliny bobowate

Rośliny bobowate (**groch i wyka**) oraz mieszanki tych gatunków ze zbożami zaliczane są do dobrych przedplonów. Stanowisko po nich charakteryzuje się lepszą strukturą, wilgotnością, mniejszym zachwaszczeniem. Ponadto wpływają na zwiększenie zasobności gleby w azot. Gorszym przedplonem pod buraki cukrowe wśród tej grypy roślin jest **bobik**, który przy późniejszym zbiorze może przyczynić się do wzrostu zachwaszczenia. **Nieodpowiednimi przedplonami dla buraków cukrowych jest koniczyzna i lucerna**, pozostawiając glebę zagęszczoną i przesuszoną, a duża masa przyoranych korzeni poważnie utrudnia przygotowanie roli do siewu.

Kukurydza

Dopuszczalnym przedplonem dla buraka cukrowego jest kukurydza, która wpływa na zmniejszenie występowania mątwika w glebie. Niestety pozostawia po sobie stanowisko ubogie w składniki pokarmowe. Ponadto gatunek ten jest żywicielem dla patogenu *Rhizoctonia solani*, który wpływa na rozwój brunatnej zgnilizny korzeni buraka cukrowego.

Rzepak

Niekorzystnym przedplonem dla buraka cukrowego są gatunki roślin z rodziny kapustowatych. Przede wszystkim nie zaleca się uprawy rzepaku i rzepiku ze względu na to, że gatunki te są żywicielami mątwika burakowego. W przypadku gorczycy alternatywą jest wybór odmian antymątwikowych.

ZAPAMIĘTAJ

Buraki mogą być uprawiane na tym samym polu nie częściej niż 4 lata. W przypadku nasilonego występowania chorób i szkodników jeszcze rzadziej.

Warianty technologiczne

Uprawa tradycyjna

Uprawa tradycyjna (nazywana również płużną, orkową, konwencjonalną) jest najbardziej rozpowszechnionym systemem uprawy roli w praktyce rolniczej. Podstawowym zabiegiem uprawowym jest orka, a narzędziem uprawowym – pług.

Gleba po orce wymaga zabiegów doprawiających, zwiększając tym koszty uprawy, zużycie energii i czasu pracy. Ponadto może wpływać na problemy z terminowością wykonania zabiegów agrotechnicznych.

Zespół zabiegów uprawowych wykonywanych jesienią zależy od rodzaju przedplonu. Po zbiorze zbóż należy przystąpić do wykonania uprawy poźniowej agregatem ścierniskowym, kultywatorem lub broną talerzową. Pozwala to na przerwanie parowania wody, wymieszanie z glebą resztek poźniowych, wapna (przy zbyt niskim odczynie gleby) lub nawozów mineralnych oraz szybkie skiełkowanie nasion chwastów.

Pług przyczynia się do warstwowego ułożenia resztek poźniwnych, opóźniając ich rozkład oraz przesuszenie gleby.



PRZYKŁAD

Na niektórych polach konieczne jest okresowe (co 3–4 lata) wzruszenie warstwy podornej, której duża zwięźłość ogranicza infiltrację w czasie opadów i podsiąkanie wody w sezonie wegetacyjnym. Korzystne jest wtedy wykonanie zabiegu głęboszowania. Zabieg ten powinien być przeprowadzony jedynie tam, gdzie stwierdzono wystąpienie podeszwy płużnej ze względu na dużą energochłonność.

Jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej należy rozsiać nawozy fosforowo-potasowe. Ponadto pod orkę można zastosować obornik, który winien być dokładnie rozrzucony i jak najszybciej przykryty glebą. Orkę przedzimową powinno się wykonać na głębokość warstwy próchnicznej gleby (25–35 cm), z zachowaniem równomiernego wyskibienia.

Głównym celem wiosennych zabiegów uprawowych jest przygotowanie gleby do siewu w celu zapewnienia szybkich i wyrównanych wschodów oraz prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin buraka cukrowego w całym okresie wegetacji.

Dobre przygotowanie roli do siewu realizowane jest poprzez:

- wyrównanie powierzchni pola,
- osuszenie wierzchniej warstwy gleby umożliwiające jej spulchnienie (najlepiej do głębokości siewu lub nieco poniżej na glebach ciężkich, wilgotnych),
- szybkie ogrzanie,
- zachowanie wody w głębszych warstwach gleby.

Do zadań przeprowadzanych zabiegów wiosennych można również zaliczyć:

- ograniczenie zachwaszczenia,
- wymieszanie nawozów mineralnych z glebą,
- wnoszenie do gleby nawozów naturalnych lub organicznych (w tym biomasy międzyplonów).

Wiosenna uprawa przedsiewna musi być wykonana najlepiej w optymalnym terminie. Gleba powinna być odpowiednio osuszona, aby nie niszczyć jej struktury oraz nie powodować powstawania głębokich kolein. Zbyt późne wejście z uprawą może przyczyniać się do utraty wilgoci.

Istotnym elementem uprawy przedsiewnej jest jej głębokość, która najlepiej aby odpowiadała głębokości siewu (ok. 3 cm). Głęboka uprawa skutkuje przeprowadzeniem głębszego siewu, co negatywnie wpływa na podsiąkanie wody i pogarsza kiełkowanie nasion. Najlepszym rozwiązaniem jest tylko jeden przejazd agregatem uprawowym.

Uprawa konserwująca

W ramach koncepcji rozwoju rolnictwa zrównoważonego coraz częściej propagowane jest stosowanie technik uprawy sprzyjających ochronie gleby i bioróżnorodności, często określane mianem uprawy zachowawczej lub konserwującej. Główną zasadą tej uprawy jest brak odwracania wierzchniej warstwy roli (w praktyce oznacza to brak stosowania pługa) i przykrywanie powierzchni gleby mulczem z resztek poźniwnych lub biomasy z roślin okrywowych (międzyplonów). Wszelkie zabiegi agrotechniczne są zredukowane do niezbędnego minimum.

ZAPAMIĘTAJ

Uważa się, że jeżeli po uprawie roli ponad 30% resztek roślinnych pozostaje na powierzchni, to spełnia ona funkcję uprawy konserwującej, czyli zachowującej lub poprawiającej właściwości gleby.

Wśród rolników coraz większe zainteresowanie wzbudzają technologie uprawy konserwującej, które bazują na różnych wariantach bezpługnej uprawy roli i użyciu mulczu z międzyplonu lub ze słomy. Zadania uprawy konserwującej można również realizować stosując uprawę zerową z siewem bezpośrednim, jednakże nie jest on tak popularny jak system bezpługowy. Wybór każdego z nich powinien być poprzedzony wnikliwą analizą warunków siedliskowych, organizacyjnych i ekonomicznych.

Uprawa bezpługna (bezorkowa)

Alternatywą dla tradycyjnego pługowego systemu uprawy roli jest uprawa bezpługna, zwana bezorkową, uproszczoną. Charakterystyczną cechą tego systemu jest brak odwracania wierzchniej warstwy gleby, a na powierzchni pola pozostawianie dużej ilości materiału roślinnego (słoma, biomasa, międzyplon). Część tego materiału zostaje następnie wymieszana z glebą, a część pozostaje na powierzchni w formie mulczu.

ZAPAMIĘTAJ

Stosowanie uprawy bezpługnej chroni powierzchnię przed erozją wodną i wietrzną, zabezpiecza strukturę gruzełkową przed zniszczeniem, ogranicza parowanie wody, utrudnia kiełkowanie i wschody chwastów, zwiększa aktywność biologiczną gleby oraz wpływa na bioróżnorodność organizmów glebowych.

Ponadto uprawa bezorkowa przyczynia się do zmniejszenia zużycia paliwa i czasu pracy w porównaniu z uprawą tradycyjną. Spośród różnych wariantów uprawy bezpługnej w uprawie buraka cukrowego możemy stosować uprawę całopowierzchniową głęboką lub ograniczoną – pasową zwaną strip-till.

Całopowierzchniowa uprawa głęboka to system bezorkowy, którego zasadą jest głębokie spulchnianie i płytkie mieszanie roli na całej powierzchni pola. W wyniku spulchniania następuje rozluźnienie i napowietrzenie gleby. Oddziaływanie elementów roboczych narzędzi uprawowych sięga 20–30 cm, a w niektórych przypadkach nawet głębiej. Mieszanie wierzchniej warstwy oprócz spulchniania powoduje przemieszczanie cząstek glebowych, częściowo wprowadza do gleby resztki roślinne i je przykrywa. Uprawa ta wykonywana jest najczęściej przy użyciu głęboszy, spulchniaczy, gruberów, kultywatorów spulchniających, których elementy robocze rozluźniają warstwy niżej położone bez wynoszenia na powierzchnię mokrej gleby.

Uprawa pasowa (ang. *strip-till*) polega na spulchnieniu pasów gleby (nawet do 30–35 cm), w których siane są nasiona buraka cukrowego, natomiast pozostawia się niespulchnioną glebę w międzyrzędziach.

W efekcie na polu występują dwie strefy glebowe, które różnią się między sobą właściwościami. Jedną z nich stanowi pas spulchnionej gleby o mniejszej gęstości i zwężłości, z większą zawartością powietrza, w której umieszczany jest nawóz i nasiona. Stwarza to dobre warunki do wschodów roślin buraka cukrowego, głównie korzystnie wpływając na ich szybkość i równomierność. Buraki rosnące w strefie spulchnionej rozwijają się szybciej, ze względu na ich głębsze ukorzenienie, lepszy dostęp do wody i składników pokarmowych. Drugą strefę stanowi niespulchniona gleba w międzyrzędziach, która ma zapewniony podsiąk wody z jej głębszych warstw. W uprawie pasowej nie wykonuje się żadnych zabiegów od zbioru przedplonu do siewu. Zaleca się, aby powierzchnię w nieuprawianych

międzyrzędziach przykrywał mulcz, np. dobrze rozdrobniona słoma, która powinna być równomiernie i rozprowadzona na powierzchni pola.

ZAPAMIĘTAJ

Mulcz zapobiega nadmiernemu parowaniu wody i przesuszeniu gleby, chroni warstwy niżej położone przed przegrzewaniem.

Niestety pozostawiony nadmiar resztek roślinnych na powierzchni pola skutkuje zwiększoną presją występowania chorób i szkodników, w tym również gryzoni.

Uprawa zerowa (siew bezpośredni)

Uprawa zerowa charakteryzuje się tym, że od zbioru przedplonu do siewu nie są wykonywane żadne zabiegi agrotechniczne. Głównym zadaniem tej uprawy jest siew bezpośredni w ściernisko z wykonaniem minimalnej uprawy gleby (co stanowi 5–20% jej powierzchni).

Do ochrony przed zachwaszczeniem stosowane są środki ochrony roślin, aplikowane najczęściej przedsięwzię. Siew buraka cukrowego wykonywany jest w nieuprawioną glebę za pomocą specjalistycznych siewników zaopatrzonych w redlice talerzowe, które przecinają resztki poźniwne i spulchniają glebę w miejscu siewu nasion. Brak dodatkowej ingerencji w wierzchnią warstwę gleby i pozostawianie na powierzchni pola praktycznie wszystkich resztek poźniwnych lub biomasy międzyplonów doskonale chroni ją przed erozją. **Uprawa zerowa z siewem bezpośrednim charakteryzuje się korzystnym wpływem na środowisko glebowe. Sprzyja akumulacji materii organicznej, ogranicza straty wody, utrzymuje różnorodność organizmów glebowych, chroni glebę przed erozją.**

Niestety możemy również wskazać negatywne skutki stosowania uprawy zerowej – zakwaszenie wierzchniej warstwy gleby i jej zagęszczenie (głównie w początkowym okresie jej wprowadzenia), gorsze warunki do wzrostu i rozwoju systemu korzeniowego, wzmożenie występowania zachwaszczenia oraz chorób i szkodników. Siew bezpośredni prowadzi często do spadku plonowania. Przyczyną tego poza gorszymi warunkami glebowymi zazwyczaj jest mniejsza od zakładanej obsada roślin i ich stan fitosanitarny. Duża ilość materii organicznej, zwłaszcza trudno rozkładającej się słomy, na powierzchni pola może utrudniać precyzyjny siew, a uwalniające się podczas jej rozkładu toksyny mogą hamować kiełkowanie nasion i początkowy wzrost roślin buraka. W Polsce uprawa zerowa z siewem bezpośrednim jest mało popularna. Poleca się ją na tereny narażone na suszę, ponieważ pozwala zachować zapasy wody w glebie

Uprawa z siewem w mulcz

Dość powszechną formą uprawy konserwującej stosowaną przez rolników jest uprawa buraka cukrowego z siewem w mulcz.

Stosowanie mulczu wpływa na zmniejszenie deficytu wody, zwiększenie materii organicznej w glebie, ograniczenie erozji i występowania na polu zaskorupień czy zamuleń. Możemy wyróżnić dwa rodzaje mulczu: siew w mulcz międzyplonu ścierniskowego oraz siew w ściernisko i pociętą słomę zbóż.

Uprawa buraka cukrowego z siewem w mulcz międzyplonu ścierniskowego rozpoczyna się po zbiorze rośliny przedplonowej i wysianiu nawozów. Następnie stosuje się zestaw uprawowy z kultywatorem ścierniskowym, po czym można zastosować agregat uprawowy i następuje wysiew w międzyplonie

ścierniskowym takich gatunków jak: gorczyca biała, rzodkiew oleista lub facelia błękitna. Gorczyca biała należy do najczęściej stosowanych międzyplonów, ponieważ charakteryzuje się szybkim początkowym wzrostem i rozwojem, odpornością na suszę, szybko zacienia glebę, utrudnia rozwój chwastów. Ponadto wiele odmian gorczycy wpływa na ograniczenie populacji mątwika burakowego w glebie. Podobne działanie stwierdzono wysiewając odmiany antymątwikowe rzodkwi oleistej i niektórych odmian facelii błękitnej. Wskazany jest wcześniejszy termin siewu międzyplonu przy stwierdzeniu na polu silnego zamątwiczenia. **Zalecanym terminem siewu międzyplonu jest druga dekada sierpnia do połowy września.** Rośliny pozostawia się do wiosny, które po zmarznięciu więdną i okrywają organiczną warstwą rolę, tworząc tzw. mulcz. Chroni on glebę przed erozją wodną i wietrzną, wymywaniem składników pokarmowych, a także zatrzymuje znaczne ilości wody. Następnie przed siewem buraka cukrowego wysiewane są nawozy i mulcz mieszany jest z glebą agregatem uprawowym. Po tym zabiegu możliwy jest siew buraka cukrowego standardowym siewnikiem punktowym. W przypadku kiedy pozostawiamy mulcz na polu do momentu siewu buraka cukrowego, należy zastosować siewnik zawierający kroje tarczowe tnące i rozgarniające na boki masę organiczną w celu przygotowania miejsca do wysiewu nasion buraka.

W siewie w mulcz ze słomy wykorzystujemy rozdrobnioną słomę przedplonową (np. zbóż), którą należy starannie rozdrobnić i wymieszać z glebą przy użyciu kultywatora lub brony talerzowej. Wymieszanie słomy z glebą pozwala na zatrzymanie większej ilości wody w glebie i równomierny jej rozkład. Wiosną przed siewem buraków cukrowych stosuje się agregat uprawowy (bronę z wałem strunowym) lub bronę rotacyjną. Siew nasion buraka wykonywany jest standardowym siewnikiem punktowym lub, gdy nie stosuje się uprawek wiosennych, używany jest specjalny siewnik z krojami do mulczu. Zwalczanie chwastów następuje mechanicznie przy wszystkich stosowanych uprawkach lub chemicznie.

Żywimy

Racjonalne nawożenie buraka cukrowego powinno polegać przede wszystkim na kontroli plonotwórczego działania azotu, gdyż z jednej strony jest to główny składnik plonotwórczy, a z drugiej jego nadmiar niekorzystnie wpływa na jakość technologiczną korzeni.

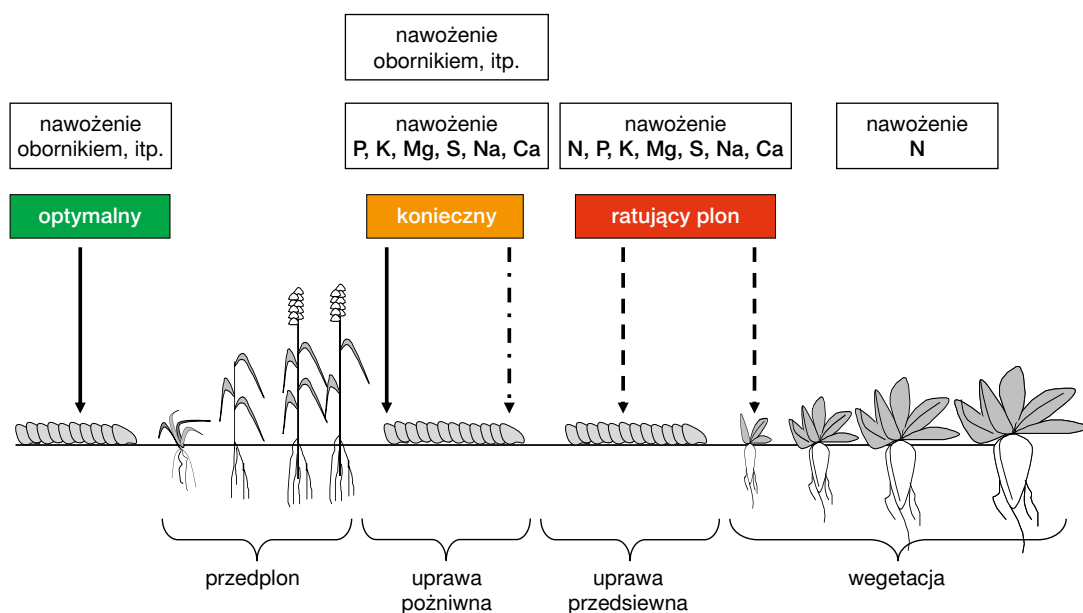
Kontrola ta w pierwszej kolejności sprowadza się do eliminacji tzw. czynników „minimum”, tj. regulacji odczynu gleby oraz jej zasobności w przyswajalny fosfor i potas, a następnie do optymalizacji nawożenia azotem. Polega to na:

- racjonalnym ustaleniu dawki nawozowej azotu;
- zwiększeniu pobierania i efektywności plonotwórczej pobranego azotu poprzez:
 - bilansowanie azotu składnikami drugoplanowymi (S, Mg, Na, Ca);
 - profilaktyczne stosowanie mikroelementów (w pierwszej kolejności B, następnie Mn, Zn i Cu, a w razie konieczności także Fe).

Z wymienionych powyżej czynników, ze względu na swoją wagę, pierwszeństwo ma wapnowanie, tj. regulacja odczynu gleby, a następnie nawożenie fosforem i potasem, które w zależności od sytuacji w całości lub przynajmniej częściowo powinno zostać przeprowadzone w okresie jesiennym.

Regulacja odczynu gleby

Burak cukrowy jest klasycznym przykładem rośliny uprawnej, dla której należy opracować szczegółowy, rozłożony na całe zmianowanie, program regulacji odczynu gleby.



Rys.1. Terminy wapnowania w technologii uprawy i nawożenia buraka cukrowego

(Grzebisz i in., 2009 - modyfikacja)

W opracowanej technologii trzeba uwzględnić pozostałe zabiegi nawozowe, prowadzone w taki sposób, aby nie wywołać zjawiska uwstecznięcia fosforu, mikroelementów lub strat azotu. Celem nadrzędnym wapnowania stanowiska przeznaczonego pod buraki cukrowe jest regulacja warunków fizycznych, biologicznych i agrochemicznych gleby.

ZAPAMIĘTAJ

Optymalne pH mieści się w przedziale 6,0–7,0 (obowiązuje zasada, że im cięższa gleba, tym wyższa wartość w podanym zakresie).

Uregulowany odczyn gleby przeznaczonej pod zasiew buraka cukrowego między innymi:

- zapewnia dobre ukorzenienie się roślin,
- stwarza optymalne warunki do pobierania przez rośliny wody i składników pokarmowych,
- dostarcza roślinie niezbędnego składnika, jakim jest wapń,
- poprawia zdrowotność roślin w okresie wegetacji,
- poprawia jakość technologiczną korzeni.

Są to tylko niektóre procesy, na które wpływ ma odczyn, ale przykłady te w zupełności wystarczają, by stwierdzić, że utrzymywanie (zapobieganie nadmiernemu spadkowi) odpowiedniej wartości pH jest kwestią podstawową. Należy jednak podkreślić, że nie można przesadzić z odkwaszaniem, gdyż zbyt wysokie pH jest tak samo szkodliwe, jak zbyt niskie.

ZAPAMIĘTAJ

Zbyt wysokie pH zmniejsza dostępność fosforu oraz większości mikroelementów, np. boru czy manganu. Wyjątek stanowi molibden, którego dostępność rośnie w miarę wzrostu pH.

W racjonalnej agrotechnice regulacja odczynu gleby (wapnowanie), gdy jest konieczna, ma pierwszeństwo zarówno przed nawożeniem nawozami mineralnymi (nawozy fosforowe, potasowe, magnezowe, inne), jak i naturalnymi (obornik, gnojowica czy pomiot ptasi).

Nawożenie fosforem i potasem

Wysoko plonująca plantacja buraka cukrowego posiada bardzo duże zapotrzebowanie na składniki pokarmowe.

Tabela 1. Przybliżone pobranie składników pokarmowych przez buraki cukrowe*

Średnie pobranie jednostkowe makroelementów, w kg/1 tonę korzeni + liście						
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	S
4,0	1,5	6,5	3,0	1,2	1,5	0,7**
Średnie pobranie jednostkowe mikroelementów, w g/1 tonę korzeni + liście						
Fe	B	Mn	Zn	Cu		
25,0–35,0	8,0–12,0	6,0–10,0	4,0–8,0	0,8–1,6		

* wg różnych autorów; ** 1 kg S = 2,5 kg SO₃

Największe pobieranie (szczególnie potasu) odbywa się w lipcu i sierpniu. W tym czasie prawidłowo rozwinięty system korzeniowy buraków umożliwia efektywne wykorzystanie składników z warstwy gleby, nawet poniżej metra. Wskazane jest, aby podglebie charakteryzowało się co najmniej średnią zasobnością w potas.

ZAPAMIĘTAJ

Jak wynika z przeprowadzonych badań, rośliny większość zapotrzebowania na potas realizują z podglebia.

Burak cukrowy zalicza się do roślin, które w większym stopniu reagują na zasobność gleby w fosfor i potas niż na bieżące nawożenie tymi składnikami, dlatego nie powinno się uprawiać tej rośliny na glebach o niskiej czy bardzo niskiej zasobności w te pierwiastki.

Tabela 2. Klasy zasobności przyswajalnego fosforu i potasu w glebie, mg/100 g gleby

Klasa zasobności	P_2O_5	K_2O			
		Kategoria agronomiczna gleb			
		b. lekkie	lekkie	średnie	ciężkie
B. niska	<5,0	<2,5	<5,0	<7,5	<10
Niska	5,1–10	2,5–7,5	5,1–10	7,6–12,5	10,1–15
Średnia	10,1–15	7,6–12,5	10,1–15	12,6–20	15,1–25
Wysoka	15,1–20	12,6–17,5	15,1–20	20,1–25	25,1–30
B. wysoka	>20	>17,6	>20,1	>25,1	>30,1

źródło: SCHR

System nawożenia fosforem i potasem powinien być tak opracowany, aby po zbiorze przedplonu doprowadzić zasobność gleby w przyswajalny potas do co najmniej górnego zakresu poziomu średniego, a najlepiej aby zasobność znajdowała się w klasie zasobności wysokiej.

PRZYKŁAD

Na glebach średnich zawartość potasu powinna mieścić się w zakresie 18–22 mg $K_2O/100$ g gleby. Gdy burak uprawiany jest na glebie lekkiej, to powinna się ona charakteryzować zakresem zasobności na poziomie klasy wysokiej, tj. powyżej 15 mg $K_2O/100$ g gleby. Jednocześnie zasobność gleby w fosfor powinna kształtować się co najmniej w górnym zakresie zasobności średniej, tj. 14–15 mg $P_2O_5/100$ g gleby, a najlepiej aby była wysoka (około 18 mg $P_2O_5/100$ g gleby).

Gdy posiadamy tak przygotowane stanowisko, to można ograniczyć nawożenie mineralne fosforem i potasem w stosunku do potrzeb pokarmowych, gdyż część zapotrzebowania roślin na te składniki zostanie pokryta z zasobów glebowych.

W takim przypadku, przy zasobności podanej w przykładzie, aby uzyskać plon około 70 ton korzeni z hektara, wskazane jest nawożenie w zakresie 140–180 kg K_2O/ha i 70–80 kg P_2O_5/ha .

Natomiast uprawiając buraki na glebach o niskiej zasobności, czego jak już wspomniano należy unikać, nawożenie mineralne należy zwiększyć o około 25–50% w stosunku do potrzeb pokarmowych (część składnika wprowadzona w nawozie przeznaczona jest na podniesienie zasobności gleby).

Zasobność gleby na polu, na którym zamierzamy uprawiać buraki, warto mieć rozpoznaną już przed siewem przedplonu (którym zwykle jest roślina zbożowa), aby w razie potrzeby przynajmniej częściowo zwiększyć jego nawożenie. Burak budując bardzo głęboki system korzeniowy, pobiera znaczne ilości składników pokarmowych z podglebia. Stąd też zwiększone nawożenie rośliny przedplonowej ma na celu przede wszystkim wzbogacenie głębszych warstw gleby.

Ustalając wysokość nawożenia mineralnego fosforem i potasem (także innymi składnikami pokarmowymi) – poza ustaleniem zapotrzebowania i uwzględnieniem zasobności gleby w przyswajalne

Tabela 3. Przybliżona ilość wybranych składników pokarmowych w słomie, kg/1 tonę słomy*

Rodzaj słomy	Składniki pokarmowe			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Zbożowa	5,0	2,0	15,0	1,4
Kukurydziana	9,0	3,0	20,0	2,0
Rzepakowa	10,0	5,0	30,0	2,0

*wg różnych autorów, gdy rośliny uprawiamy na glebach zasobnych w składniki pokarmowe

Tabela 4. Przybliżona ilość wybranych składników pokarmowych w nawozach naturalnych*

Rodzaj nawozu	Składniki pokarmowe kg/t lub m ³					
	Sucha masa %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO
Obornik bydlęcy	20–25	4–6	3–4	6–7	0,3–0,6	1–2
Obornik świński	20–25	6–7	7–8	5–6	0,5–0,8	2–3
Obornik drobiowy (świeży)	18–25	10–15	6–9	6–7	1–1,5	1,5–2,5
Obornik drobiowy (suchy)	45–55	20–25	15–20	12–14	2–3	4–6
Gnojowica bydlęca	6–10	3–5	1,5–2,5	3,9–6,5	0,3–0,5	0,6–1,0
Gnojowica świńska	3–9	2–8	1,7–5,0	1,7–5,0	0,3–0,7	0,5–1,5

*wg różnych autorów

składniki pokarmowe – trzeba również mieć na uwadze dopływ składników z przyorywanych resztek pożywnych lub/i stosowanych nawozów naturalnych.

Ilość składników pokarmowych uwalniających się z nawozów organicznych i naturalnych (słoma, obornik, gnojowica) można rozpatrywać zarówno w cztonie zmianowania (przykładowo: pszenica ozima – burak cukrowy), jak i w całym zmianowaniu. Rozpatrując składniki w cztonie zmianowania, trzeba mieć na uwadze, że w pierwszym roku po wprowadzeniu nawozów dostępna dla roślin jest tylko ich część, gdyż zarówno nawozy organiczne, jak i naturalne rozkładają się w glebie przez kilka lat.

ZAPAMIĘTAJ

Przyjmuje się, że w pierwszym roku z nawozów organicznych i naturalnych rośliny wykorzystują około 15–30% fosforu i 50–60% potasu. W całym zmianowaniu wartości te zwiększają się do 40–60% w przypadku fosforu oraz 80–90% w przypadku potasu (na ogół niższe wartości dotyczą nawozów organicznych, a wyższe nawozów naturalnych).

Maksymalna dawka nawozów naturalnych jest uzależniona nie tylko od potrzeb nawozowych, ale również od zawartości w nich azotu, gdyż zgodnie z obowiązującym prawem w tego typu nawozach nie wolno stosować więcej niż 170 kg N/ha w sezonie wegetacyjnym.

Terminy aplikacji

Równie ważny jak ustalenie dawki jest termin aplikacji nawozu, gdyż niewłaściwy skutkuje nie tylko dużymi stratami składników pokarmowych, ale również może prowadzić do spadku plonu lub pogorszenia jego jakości.



PRZYKŁAD

Błędem jest stosowanie obornika na wiosnę, gdyż z jednej strony rośliny nie tolerują głębokich uprawek wiosennych, a z drugiej zbyt duża i późna dostępność azotu z obornika, który uwalnia się do gleby w wyniku jego mineralizacji, może spowodować między innymi spadek zawartości cukru w korzeniach.

Przyjmuje się, że nawozy naturalne należy aplikować w okresie od zbioru rośliny przedplonowej do uprawy przedzimowej, przykładowo orki. Przy czym należy pamiętać, że termin późnojesienny również jest obwarowany prawem. Alternatywą do podanego okresu jest stosowanie obornika przed siewem rośliny przedplonowej, którą zwykle stanowią zboża. Takie postępowanie ma za zadanie przede wszystkim poprawę struktury gleby oraz jej wzbogacenie w substancję organiczną i składniki pokarmowe – szczególnie podglebia. Buraki, które przychodzą w drugim roku po zastosowaniu obornika, trafiają już na żyzne stanowisko, gdyż główne przemiany tego nawozu zachodzą w pierwszym roku po zastosowaniu. Decydując się na takie postępowanie, należy zwiększyć nawożenie mineralne buraków, gdyż część składników pokarmowych z obornika zostanie wykorzystana przez roślinę zbożową.

Termin aplikacji jest również bardzo istotny w przypadku stosowania nawozów mineralnych. **Podobnie jak w przypadku nawozów naturalnych również nawozy fosforowe i potasowe pod buraki cukrowe powinno stosować się w okresie od zbioru rośliny przedplonowej do wykonania uprawy przedzimowej.** Dobór odpowiedniego terminu jest szczególnie ważny na glebach o niskiej zasobności – ich nawożenie zaleca się przeprowadzić bezpośrednio po zbiorze rośliny przedplonowej, a nawet przed siewem przedplonu (zwiększając nawożenie rośliny przedplonowej), gdyż tylko wówczas można skutecznie uzupełnić niedobory składników, zwłaszcza występujące w podglebiu, co jest praktycznie niemożliwe wiosną. W skrajnych przypadkach, gdy z różnych przyczyn nie wykonano nawożenia fosforem i potasem w okresie letnio-jesiennym, dopuszcza się oczywiście nawożenie buraka tymi składnikami na wiosnę – wówczas wskazane jest jednak ich głębsze wymieszanie z glebą. Niestety, zbyt głębokie spulchnienie gleby może prowadzić do jej przesuszenia, co niekorzystnie wpływa na wschody roślin. Ponadto wiosenne nawożenie, szczególnie potasem, może skutkować zbyt dużym zasoleniem gleby, które również ogranicza wschody roślin. **Z tej przyczyny przyjmuje się, że wiosenna dawka potasu nie powinna przekraczać 150–180 kg K₂O/ha.**

Sposoby aplikacji nawozów

Kolejnym czynnikiem decydującym o efektywności nawożenia jest technika stosowania nawozów. W praktyce w uprawie buraka najbardziej rozpowszechniony jest system nawożenia rzutowy (powierzchniowy). Jednak, jak wynika z badań, jest on najmniej ekonomiczny.

Innym rozwiązaniem są tzw. techniki nawożenia zlokalizowanego. Istota aplikacji nawozu polega tu na jego wprowadzeniu bezpośrednio w sąsiedztwo nasion lub korzenia, co pozwala na ograniczenie dawki przez zwiększenie koncentracji składników odżywczych w strefie ukorzenienia się rośliny. Ma to szczególne znaczenie w początkowych fazach rozwojowych buraka, gdy jego system korzeniowy jest jeszcze słabo rozwinięty. Dotyczy to zwłaszcza fosforu, którego roślina potrzebuje w dużych ilościach na początku wegetacji, a to, że słabo się on przemieszcza, utrudnia jego pobieranie, zwłaszcza w niskich temperaturach.

ZAPAMIĘTAJ

Bardzo ważne jest, aby stężenie soli nawozowych nie było zbyt duże, gdyż nadmierne zasolenie gleby prowadzi do zaburzeń kiełkowania i do wypadania młodych roślin, a tym samym powoduje redukcję obsady.

Dla młodych siewek również niebezpieczne jest zbyt wysokie stężenie azotu amonowego i amidowego. Formy te mają tendencję do przekształcania się w amoniak, który jest toksyczny dla roślin. Nawożenie zlokalizowane często utożsamia się z tzw. nawożeniem startowym, polegającym

na zaaplikowaniu jesienią całości nawozów potasowych oraz około 2/3 do 3/4 dawki nawozów fosforowych, natomiast wiosną wraz z siewem wprowadza się pozostałą część fosforu oraz część azotu (podane proporcje są zależne od dawki tego składnika). Przyczynia się to do lokalnego zwiększenia stężenia fosforu, a jednocześnie zasolenie gleby pozostaje na tyle niskie, że nie zakłóca wschodów.

W praktyce przyjmuje się, że na glebach zasobnych nawożenie buraka w sposób rzędowy umożliwia pokrycie całkowitego zapotrzebowania tej rośliny na fosfor oraz część na azot i potas (w myśl zasady, że im gleba lżejsza, tym należy stosować mniejsze dawki nawozów azotowych i potasowych).

Jednocześnie warto wiedzieć, że nawożenie zlokalizowane może być realizowane w wielu wariantach. W ostatnich latach szczególnie dynamicznie rozwija się nawożenie polegające na umieszczeniu specjalnie skomponowanego nawozu (nawozy o średnicy granul około 1 mm zawierające w swym składzie podstawowe makro- i mikroelementy) w bezpośredniej bliskości nasion. Celem tego typu nawożenia jest przełamanie bariery fizjologicznej rośliny polegającej na słabym pobieraniu składników pokarmowych w niskich temperaturach (szczególnie fosforu). W ten sposób rośliny łagodniej znoszą stres termiczny, co objawia się ich większą dynamiką wzrostu we wczesnych fazach rozwojowych.

Trzeba podkreślić, że stosowanie tego typu nawożenia ma charakter startowy (zalecana dawka nawozu w zależności od producenta mieści się w granicach 20–30 kg/ha) i nie zastąpi ono nawożenia podstawowego, a tylko może je uzupełnić.

■ Nawożenie magnezem i siarką

Burak cukrowy posiada stosunkowo wysokie wymagania względem magnezu i siarki (zwłaszcza wysoko plonujące plantacje). Oba składniki między innymi kontrolują plonotwórcze działanie azotu, i to w całym okresie wegetacji. Mają istotny wpływ zarówno na wysokość plonu, jak i jakość technologiczną korzeni.

Tabela 5. Plonotwórcza i jakościowa reakcja buraka cukrowego na bilansowanie azotu magnezem i siarką (źródło: KCHRIŚ)

Cechy technologiczne plonu	Nawożenia azotem, kg N/ha	
	60*	180**
Plon korzeni, t/ha	52,94	57,40
Zawartość cukru, %	18,36	16,59
N α-aminowy, mmol/100 g miazgi	1,86	3,88
K, mmol/100 g miazgi	4,05	3,70
Na, mmol/100 g miazgi	1,02	0,82
Straty przerobowe, %	2,12	2,55
Zawartość cukru technologicznego, %	16,24	14,04
Plon cukru białego, t/ha	8,597	8,059

* obiekt nawożony magnezem i siarką w postaci kizerytu; ** brak nawożenia magnezem i siarką

Wskazane jest, aby gleba przed siewem buraka odznaczała się co najmniej średnią zasobnością w przyswajalny magnez. Najlepiej jeśli kształtuje się ona na pograniczu średniej i wysokiej – wartość krytyczna.

Tabela 6. Klasy zasobności przyswajalnego magnezu w glebie, mg Mg/100g gleby

Zasobność	Gleba b. lekka	Gleba. lekka	Gleba średnia	Gleba ciężka
bardzo niska	<1,0	<2,0	<3,0	<4,0
niska	1,1–2,0	2,1–3,0	3,1–5,0	4,1–6,0
średnia	2,1–4,0	3,1–5,0	5,1–7,0	6,1–10,0
wysoka	4,1–6,0	5,1–7,0	7,1–9,0	10,1–14,0
bardzo wysoka	>6,1	>7,1	>9,1	>14,1
wartość krytyczna	5,0	5,0–6,0	6,0–8,0	8,0–10

źródło: SCHR – modyfikacja

Przy takiej zasobności bieżące nawożenie tym składnikiem powinno mieścić się w zakresie 50–70% potrzeb pokarmowych. Natomiast dawka nawozowa siarki to zwykle 50–75% zapotrzebowania pokarmowego, przyjmując górne wartości przedziału na glebach lekkich, a dolne na glebach średnich.

I Nawożenie azotem

Nawożenie buraków azotem nie tylko wymaga wiedzy, ile tego składnika znajduje się w glebie przed ich siewem, lecz także w miarę rzetelnego oszacowania dopływu azotu z bieżącej mineralizacji w sezonie wegetacyjnym.

Nie jest to proste, gdyż wartości te nie zależą wyłącznie od ilości „zapasów” glebowych, tj. zawartości próchnicy, zastosowanych nawozów organicznych (słoma) czy naturalnych (obornik, gnojowica itp.), a również od warunków pogodowych.

W tym miejscu trzeba zaznaczyć, że zdecydowana większość plantatorów przed siewem buraków nie wykonuje analizy na zawartość azotu mineralnego w glebie. Zatem szacując potrzeby nawozowe, nie tylko muszą określić dopływ azotu z bieżącej mineralizacji, ale również jego ilość, która znajduje się w glebie w momencie siewu.

Tabela 7. Wyznaczanie dawki azotu dla buraków cukrowych, plon 70 t/ha

Składniki bilansu	Warianty	
	bez obornika	z obornikiem
Potrzeby pokarmowe, kg N/ha	280,0	280,0
¹ Azot mineralny w glebie wiosną, kg N/ha	–60,0	–60,0
² Mineralizacja N glebowego, kg N/ha	–80,0	–80,0
² Azot uwolniony z obornika, kg N/ha	0,0	–50,0
Suma wartości ujemnych (2+3+4)	–140,0	–190,0
Saldo bilansowe (1–5), kg N/ha	140,0	90,0
³ Współczynnik wykorzystania azotu	0,75	0,75
Dawka azotu – zaokrąglona (6:7), kg N/ha	185,0	120,0

Grzebisz 2009 – modyfikacja

¹ – przed siewem buraków; ² – ilość azotu do dyspozycji buraków z tych źródeł; ³ – w zależności od agrotechniki i warunków może kształtować się w zakresie od 0,50–0,85

Wartości zamieszczone w tabeli należy traktować tylko jako orientacyjne dla stanowiska żyznego (o dużym potencjale do uwalniania azotu z mineralizacji), w korzystnych warunkach pogodowych. W gospodarstwach, w których przeprowadza się analizę gleby na zawartość azotu mineralnego przed

siewem buraków, co oczywiście jest wskazane, dawkę azotu można wyliczyć posługując się jednym z poniższych wzorów:

$$D_N = (P \cdot P_j) - (1,75 \cdot N_{\min (0-90 \text{ cm})}) + N_k$$

lub

$$D_N = (P \cdot P_j) - N_{\min (0-90 \text{ cm})} + N_k$$

gdzie:

D_N – dawka nawozowa azotu, kg N/ha,

P – zakładany plon korzeni, t/ha,

P_j – pobranie jednostkowe azotu, kg N/1 t korzeni + liście,

1,75 – przelicznik uwzględniający dopływ azotu z mineralizacji bieżącej,

$N_{\min}$ – zawartość azotu mineralnego w glebie w warstwie do 90 cm,

N_k – dopływ azotu z zastosowanych nawozów organicznych lub naturalnych.

Różnica między podanymi wzorami polega na tym, że w przypadku gdy buraki uprawia się na stanowiskach o niskim potencjale do uwalniania azotu z zasobów organicznych (gleby lekkie), nie uwzględnia się podanych przeliczników, przez które należy pomnożyć wyjściową zawartość azotu w glebie. Oczywiście nie oznacza to, że na słabych stanowiskach przy braku nawożenia organicznego lub/i naturalnego nie ma dopływu azotu z bieżącej mineralizacji. Przyjmuje się, że ilość, która się uwolni, równoważy przyjęte we wzorze 100% wykorzystania azotu z nawozów mineralnych. Ma to na celu tylko uproszczenie obliczeń, gdyż w zależności od warunków efektywność wykorzystania azotu z nawozów mineralnych w uprawie buraków kształtuje się w zakresie 50–85%.



PRZYKŁAD

Zakładając, że buraki uprawiamy na stanowisku żyznym, przyjmując założenia do obliczeń zawarte w tabeli 7 (wariant z obornikiem), dawka azotu wynosi:

$$D_N = (P \cdot P_j) - (1,75 \cdot N_{\min (0-90 \text{ cm})}) + N_k = (70 \cdot 4) - (1,75 \cdot 60) + 50 = 280 - 155 = 125 \text{ kg N/ha}$$

W racjonalnym nawożeniu buraków azotem nie mniej ważne od ustalenia zapotrzebowania plantacji na azot nawozowy są odpowiedni dobór nawozów, a także podział dawki. W praktyce burak cukrowy dogłębowo nawozi się azotem w dwóch terminach, tj. przed siewem oraz pogłównie w stadium 4 liści. W pierwszym terminie wskazane jest zastosowanie większości dawki, czyli około 2/3.

Dokonując wyboru nawozu, trzeba mieć na uwadze, że dla kielkujących nasion niebezpieczne są formy amonowa i amidowa azotu, które stosunkowo łatwo przechodzą w amoniak. W przeciętnych warunkach szkodliwa może być na przykład jednorazowa dawka 100 kg N/ha w w/w formach, zwłaszcza gdy połączy się ją ze stosowaniem herbicydów o działaniu dogłębowym lub/i w czasie wschodów występuje deficyt wody w glebie. Dlatego szczególnie w sytuacji gdy uprawiamy buraki na glebie lekkiej, wskazane jest ostrożne stosowanie wspomnianych form azotu.

I Dolistne dokarmianie roślin

Aby pokryć potrzeby pokarmowe buraka cukrowego, nie można pominąć dolistnego dokarmiania, które jak wynika z przeprowadzonych badań, często jest plonotwórczo bardziej efektywne niż nawożenie dogłębowe. **Trzeba jednak pamiętać, że przez liście można pokryć tylko część potrzeb pokarmowych, a większość potrzebnych składników roślina powinna pobrać z gleby.**

Dolistne dokarmianie musi być wykonane roztworem o niskim stężeniu (mała ilość składnika rozpuszczona w cieczy użytkowej opryskiwacza), gdyż w innym przypadku może dochodzić do uszko-

dzenia rośliny lub znaczącego spadku wykorzystania stosowanych składników (pobranie przez liście). Zatem wyklucza to stosowanie większych dawek w sposób jednorazowy.

W praktyce stosując dolistne dokarmianie można pokryć całość zapotrzebowania buraka na mikroelementy, a tylko część na makroelementy (z makroelementów najczęściej buraki dolistnie dokarmia się magnezem i siarką, następnie azotem, natomiast rzadziej fosforem i potasem). Niezależnie od zastosowanej dawki nawozów dolistnych rośliny mikroelementy pobierają również z gleby, dlatego powinna się ona charakteryzować co najmniej średnią ich zasobnością, co ma szczególne znaczenie w początkowym okresie wzrostu, gdy buraki mają jeszcze słabo rozwinięty aparat asymilacyjny.

Magnez i siarka

Dolistne dokarmianie magnezem i siarką zwykle przeprowadza się przy użyciu siarczanu magnezu.



PRZYKŁAD

W dwukrotnym zabiegu dolistnego stosowania siedmiowodnego siarczanu magnezu – który w uprawie buraków cukrowych stosuje się najczęściej w postaci 5% roztworu (rozpuszcza się 5 kg nawozu w 100 litrach wody po zastosowaniu 200–300 litrów cieczy użytkowej) – na hektar wprowadza się 3,2–4,8 kg MgO i 2,6–3,9 kg S.

Jak pokazuje przykład, stanowi to jedynie niewielką część zapotrzebowania buraków na te składniki. Stąd też trudno traktować dolistne dokarmianie magnezem i siarką jako nawożenie podstawowe. Powinno ono stanowić jedynie uzupełnienie nawożenia doglebowego.

W świetle badań nawet w stanowiskach potencjalnie zasobnych w magnez i siarkę dolistne dokarmianie tymi składnikami wysoko plonujących roślin o dużych wymaganiach, w tym buraków, należy traktować jako obowiązkowe. W następstwie tego zabiegu uzyskuje się zarówno wzrost plonu korzeni, jak i cukru.

Optimalny termin wykonania zabiegu w burakach przypada od 3–6 par liści do 2 tygodni po zwarciu rzędów. Pierwszy zabieg zwykle wykonuje się w fazie 3–4 par liści właściwych, a drugi 2 tygodnie później.

Azot

Spośród nawozów azotowych do dolistnego dokarmiania roślin uprawnych nadaje się przede wszystkim wodny roztwór mocznika (można również stosować już gotowe płynne nawozy azotowe lub wieloskładnikowe, zwykle produkowane na bazie mocznika), ponieważ roztwory innych nawozów azotowych zazwyczaj powodują poparzenie liści.

Wodny roztwór mocznika musi mieć także odpowiednie stężenie, aby do tego nie doszło. **Przyjmuje się, że w optymalnych warunkach pogodowych buraki można dokarmiać tym nawozem o stężeniu 10–12% (na 100 l cieczy roboczej rozpuszcza się 10–12 kg nawozu).**

W warunkach mniej sprzyjających, czyli gdy jest sucho, podczas silnego nasłonecznienia i niskiej wilgotności powietrza takie stężenie już może powodować poparzenia.

W praktyce zaleca się stosowanie 5–6% roztworu mocznika, najlepiej w pochmurne dni, przy dużej wilgotności powietrza oraz pełnym turgorze tkanek liści (podobnie jak w przypadku dokarmiania magnezem i siarką). Najlepsze warunki do wykonania tego zabiegu występują bardzo wcześnie rano lub późnym wieczorem, a nawet nocą.

Dolistne dokarmianie azotem, tak jak podczas dostarczania magnezu i siarki, należy przeprowadzić w fazie 3–4 par liści do 2 tygodni po zwarcu rzędów. W tym okresie można wykonać kilka zabiegów w około 10-dniowych odstępach, przy czym trzeba uważać, aby nie „przedobrzyć”, gdyż przenawożenie lub zbyt późne zastosowanie azotu w burakach skutkuje nie tylko obniżeniem plonu korzeni (rośliny przenawożone nadmiernie rozbudowują rozetę liściową, co odbywa się kosztem korzeni), lecz także pogorszeniem ich jakości (spada ilość cukru i wzrasta zawartość melasotworów). Dlatego przyjmuje się, że dolistne dokarmianie azotem jest szczególnie ważne wtedy, gdy składnik ten z różnych przyczyn nie może być w dostatecznej ilości pobrany z gleby. Jeśli jego dostępność z gleby jest wystarczająca, zaleca się dodanie niewielkiej ilości azotu do cieczy roboczej, w której dostarcza się roślinom innych składników pokarmowych, gdyż zwiększa on ich przenikanie do liścia.

Mikroelementy

Burak cukrowy, aby mógł wydać wysoki plon korzeni o dobrej jakości technologicznej, potrzebuje pokrycia zapotrzebowania zarówno na makro-, jak i mikroelementy. Oczywiście stosowanie mikroelementów w produkcji buraka zwykle nie wywołuje tak dużych przyrostów plonu, jaki notuje się w przypadku stosowania makroskładników. Jednak ich rola jest nie do przecenienia.

ZAPAMIĘTAJ

Mikroelementy spełniają w roślinie liczne funkcje fizjologiczne, które można określić jako kontrolne i regulacyjne. Do głównych zalicza się kontrolę procesu fotosyntezy (Fe, Cu, Mn, Zn), gospodarki azotowej (Mn, Cu, Zn, Mo) i hormonalnej (Zn, Mn, Cu, B), a także jej odporności na patogeny (Fe, Mn, Cu, B, Zn).

Jednocześnie warto mieć na uwadze, że nawet jeśli dany składnik bezpośrednio nie ma wpływu na daną funkcję, to może ją kształtować w sposób pośredni. Przykładowo bor, który jest najważniejszym mikroelementem dla buraka, nie bierze udziału w kształtowaniu gospodarki azotowej roślin. Jednak z rozlicznych funkcji, które pełni ten składnik w roślinie, wynika, że w sposób pośredni kształtuje również jej metabolizm azotowy. Przede wszystkim warto wiedzieć, że bor bierze udział w kształtowaniu struktury ściany komórkowej (kontroluje między innymi włączanie wapnia w strukturę ściany komórkowej), a także kontroluje aktywność auksyn (hormonów wzrostu), które są odpowiedzialne za wzrost najmłodszych komórek (merystemów wierzchołkowych) zarówno korzeni, jak i organów nadziemnych. Poza tym prawidłowe odżywienie rośliny borem ma korzystny wpływ na jej zaopatrzenie w składniki pokarmowe (w pierwszej kolejności w K i P), które między innymi bezpośrednio kontrolują gospodarkę azotową rośliny. Bor bierze również aktywny udział w syntezie i transporcie cukrów, czyli decyduje o gospodarce węglowodanami rośliny.

Należy podkreślić, że efektywna strategia nawożenia buraków cukrowych nastawiona na uzyskanie wysokich plonów o pożądanej jakości technologicznej powinna zawsze uwzględniać profilaktyczne stosowanie mikroskładników, szczególnie tych, które mają największe znaczenie plonotwórcze.

Buraki cukrowe niezależnie od dostępności z gleby trzeba nawozić przede wszystkim borem, następnie manganem, cynkiem i miedzią, a w razie konieczności także żelazem.

Tabela 8. Wrażliwość buraków cukrowych na niedobór mikrośladników (Grzebisz 2009)

Mikroelementy				
Fe	Mn	Zn	Cu	B
2	3	3	2	4

Stopnie wrażliwości: 1 – bardzo niska; 2 – mała (niedobory ujawniają się rzadko); 3 – umiarkowanie duża (roślina wyraźnie reaguje na niedobór danego składnika, lecz objawy zwykle są utajone); 4 – duża (roślina bardzo silnie reaguje na niedobór składnika, widoczne są objawy niedoboru)

Jednocześnie trzeba wiedzieć, że doskonałym źródłem mikrośladników są dla roślin nawozy naturalne, przykładowo obornik.

Tabela 9. Przybliżona zawartość mikroelementów w oborniku (Maćkowiak, Żebrowski 2000)

Rodzaj obornika	Mikroelementy, g/30 t świeżej masy				
	Fe	B	Mn	Zn	Cu
Bydłęcy	17000	156	2590	1296	162
Świński	18000	120	2160	1602	168

Stosowanie obornika nie zwalnia jednak z obowiązku profilaktycznego stosowania w uprawie buraka najważniejszych mikroelementów, ponieważ ich niedobory mogą powodować znaczny spadek plonu, a także prowadzić do pogorszenia jego jakości. Poza tym tempo rozkładu obornika sprawia, że największe ilości składników z tego nawozu uwalniają się do gleby w lipcu i sierpniu (w tych miesiącach gleba odznacza się najwyższą temperaturą). Bazując tylko na oborniku, w początkowym okresie wzrostu buraki mogą być niedożywione. Obornik jest stosunkowo ubogi w bor, co sprawia, że aplikowanie standardowej dawki tego nawozu, tj. 30 t/ha, pozwala zaspokoić zapotrzebowanie pokarmowe buraków zaledwie w około 10–20%.

Drastyczny niedobór boru może doprowadzić do nawet 50% spadku plonu korzeni oraz kilkuprocentowego zmniejszenia polaryzacji, co skutkuje obniżeniem plonu cukru z hektara.

Wspomaganie buraka mikroelementami należy wykonać od fazy 4–6 liścia do fazy pełnego zakrycia rzędów. Jednakże we wczesnych stadiach rozwojowych rośliny pobierają znaczące ilości boru, co przy ograniczonej dostępności tego składnika z gleby (przykładowo w następstwie suszy) często powoduje wystąpienie w tym okresie zgorzeli liści sercowych. W takim przypadku zaleca się jak najwcześniejsze wykonanie zabiegu opryskiwania (bywa, że pierwsze dokarmianie borem trzeba przeprowadzić już w stadium pierwszej pary liści właściwych).

ZAPAMIĘTAJ

Najczęściej buraki nawozi się mikroelementami w dwóch lub trzech zabiegach – standardowo pierwszy przeprowadza się w fazie 4–6 liści mniejszą dawką (słabe pokrycie gleby przez rośliny), kolejny 10–14 dni po nim, a następny w okresie zwarcia międzyrzędzi, uzupełniając składniki do pełnej dawki. Wyjątek stanowi bor, który często stosuje się jeszcze po zwarcu międzyrzędzi.

Kilkukrotne stosowanie mikroelementów jest szczególnie ważne w przypadku boru, gdyż składnik ten odznacza się bardzo słabą ruchliwością w roślinie.

Poziom nawożenia buraka mikroelementami zależy między innymi od jego potrzeb pokarmowych. W praktyce jednak niezwykle trudno jest podać konkretne dawki nawozów mikroelementowych, które należy zastosować. Wynika to z bardzo wielu czynników, które decydują o dostępności mikroelemen-

tów z gleby, a także od rodzaju stosowanych nawozów oraz warunków podczas aplikacji, które z kolei decydują o ich przyswajalności przez roślinę.

Przyjmuje się, że stosując dobrej jakości nawozy, zalecana dawka najczęściej mieści się w granicach 50–100% potrzeb pokarmowych, a w przypadku boru często je przekracza. Jednocześnie, podobnie jak w przypadku innych roślin, wskazane jest aby dolistne dokarmianie buraka cukrowego przeprowadzić za pomocą roztworu cieczy składającej się z kilku składników, na przykład do nawozów mikroelementowych lub mocznika dodaje się siedmiowodny siarczan magnezu. Nawóz ten w pewnym zakresie stężeń chroni rośliny przed poparzeniem przez mocznik. Wymienione komponenty, tj. mikroelementy, mocznik i siarczan magnezu można również stosować łącznie. Trzeba jednak pamiętać, że im więcej składników zamierzamy wprowadzić, tym ich stężenie w cieczy roboczej powinno być niższe.

Siejemy

Termin siewu

Termin siewu buraka cukrowego uzależniony jest od warunków atmosferycznych modyfikujących wilgotność, temperaturę i strukturę gleby.

Nasiona buraka należy wysiewać jak najwcześniej, jednak dopiero wtedy, gdy zaistnieją korzystne warunki do kiełkowania nasion i wschodów.

ZAPAMIĘTAJ

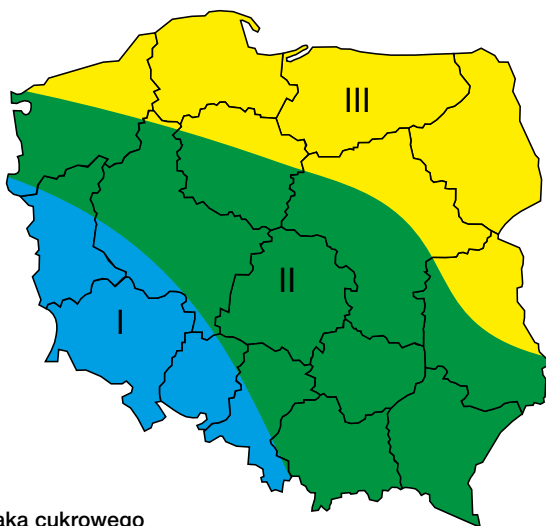
Temperatura gleby na głębokości umieszczania nasion powinna być wyższa niż 5°C.

Istotne obniżenie się temperatury po siewie poniżej podanego poziomu może opóźnić kiełkowanie i rozwój siewek nawet o 2–3, a niekiedy 4 tygodnie. Przy bardzo korzystnych warunkach pogodowych wschody widoczne są zwykle już po tygodniu. Niedobór wody hamuje kiełkowanie nasion, a zbyt duża wilgotność gleby utrudnia pracę maszyn na polu oraz przyczynia się do zniszczenia struktury gleby. Wczesny siew ma wpływ na przyrost masy korzeni oraz zawartość w nich cukru, ponadto sprzyja mniejszemu porażaniu kiełków i siewek przez patogeny zgorzelowe oraz mątwika burakowego.

Termin siewu powinien zapewnić przynajmniej 180 dni wegetacji buraka, koniecznych do wykazania pełnego potencjału plonotwórczego odmiany.

Termin siewu buraka cukrowego, w zależności od regionu, można określić jako:

- **wczesny** – dla Polski południowo-zachodniej,
- **średnio wczesny** – dla centralnej części kraju,
- **późny** – dla regionu północno-wschodniego (rys. 2).



Rys. 2. Terminy siewu buraka cukrowego

I Siewnik

Przed przystąpieniem do siewu należy ocenić stan techniczny siewnika oraz dokonać niezbędnych napraw i regulacji. Nasiona buraka cukrowego wysiewa się **siewnikami punktowymi**, z systemem mechanicznego lub pneumatycznego umieszczania nasion w rzędzie, niekiedy ze sterowaniem elektronicznym siewu.

System mechaniczny jest bardziej precyzyjny, a pneumatyczny bardziej uniwersalny, bo można z jego użyciem wysiewać także szereg innych gatunków roślin. W przypadku siewu w mulcz siewnik zaopatrzone jest dodatkowo w kroje tarczowe, które rozdrabniając i rozsuwając mulcz, przygotowują miejsce do wysiewu nasion.

I Siew

Siew powinien zapewnić równomierne rozmieszczenie nasion na głębokości 2–3 cm, odpowiednie ich dociśnięcie do wilgotnego podłoża i przykrycie warstewką luźnej, strukturalnej gleby, zasobnej w przyswajalne składniki mineralne, wodę, próchnicę i o obojętnym odczynie. Ostre redlice oraz sprawne rolki prowadzące przed redlicą, zgarniacze bruzd i koło ugniatające decydują w dużej mierze o jakości wschodów.

I Obsada roślin

Zapotrzebowanie na materiał siewny w uprawie buraków cukrowych waha się w zakresie 1,11–1,39 jednostki siewnej na ha (tab. 9).

Siew co 20 cm zaleca się na bardzo dobrych stanowiskach z poprawnie przygotowaną glebą, która nie zaskorupia się po opadach. Odstępy siewu co 16 cm stosuje się na słabszych glebach i gorzej przygotowanych stanowiskach. **Siew na odległość co 18 cm jest najczęściej zalecany, gdyż zapewnia korzystną obsadę roślin przy przeciętnych warunkach uprawowych.**



PRZYKŁAD

Polową zdolność wschodów (PZW) oblicza się po 1, 2 i 3 tygodniach od pojawienia się pierwszych wschodów, licząc rośliny po wysiewie co 18 cm na odcinku rzędu o długości 18 m, w przynajmniej 3 reprezentatywnych miejscach na plantacji buraka cukrowego.



PRZYKŁAD

Początkową obsadę buraka cukrowego oblicza się licząc buraki na odcinku rzędu o długości 22,2 m (przy rozstawie międzyrzędowej 45 cm), a uzyskaną liczbę mnoży razy tysiąc. Pomiary dla wyliczenia średniej wartości trzeba powtórzyć w kilku miejscach na linii przekątnej pola.

Tabela 9. Zapotrzebowanie na materiał siewny przy rozstawie rzędów 45 cm oraz obsada roślin możliwa do uzyskania, zależnie od połowej zdolności wschodów (opracowanie M. Nowakowski)

Odstęp między nasionami w rzędzie w cm	Zapotrzebowanie na nasiona w tys./ha (w j.s./ha)	Połowa zdolność wschodów (PZW) w %			
		75	80	85	90
		Początkowa obsada roślin w tys./ha			
16	139 (1,39)	104	111	118	125
18	123 (1,23)	93	99	105	111
20	111 (1,11)	83	89	94	100

Najkorzystniejsze dla uzyskania wysokich plonów cukru i korzeni są wysokie końcowe obsady buraka (KOB) rzędu 90–110 tysięcy roślin na 1 ha.

■ Odmiany buraka cukrowego

W Krajowym Rejestrze odmian COBORU wpisanych jest ponad 150 odmian buraka cukrowego, które charakteryzują się bardzo dużym potencjałem plonowania, wysoką zawartością cukru, przy jednocześnie niskiej zawartości melasotworów. Około ¼ z tych odmian wykorzystywana jest w praktyce rolniczej. Wymagana zdolność kiełkowania nasion, określana w laboratoriach nasiennych, powinna wynosić przynajmniej 95%.

Plantatorzy mają obecnie możliwość wyboru odmian ze sporej grupy odmian tolerancyjnych na mątwika burakowego (*Heterodera schachtii*), bądź też odpornych na chwościka buraka (*Cercospora beticola*), mączniaka prawdziwego (*Erysiphe betae*) oraz zgnilizny korzeni (sprawcy *Aphanomyces cochlioides* i *Rhizoctonia solani*). Wszystkie odmiany charakteryzują się odpornością na rizomanię (*Polymyxa betae* nosiciel wirusa BNYPV).

Kilka odmian zostało zarejestrowanych jako odporne na herbicyd Conviso One i przystosowane do użycia w technologii Conviso Smart.

Wybierając odmianę odporną lub tolerancyjną na agrofaga, trzeba mieć świadomość, że dana odporność lub tolerancja jest tylko częściowa, a nie całkowita, i nie zwalnia to plantatora z działań typu chemiczna ochrona roślin i zaplanowanie poprawnego płodozmianu.

ZAPAMIĘTAJ

Tolerancja odmiany oznacza mniejszą wrażliwość roślin na szkodliwe działania agrofaga, co zazwyczaj gwarantuje zadowalające plonowanie. **Odporność** odmiany występuje natomiast wówczas, gdy roślina wytwarza mechanizmy obronne, chroniące przed stresami wywołanymi przez agrofagi.

Dobór odmiany buraka cukrowego uwarunkowany jest terminem siewu, technologią zwalczania chwastów oraz występowaniem na danym polu groźnych agrofagów, których obecność jest często następstwem wadliwych płodozmianów, niewłaściwej uprawy lub też zmian klimatycznych.

Do wczesnego zbioru zaleca się odmiany buraka cukrowego w **typie użytkowym cukrowym**, które wyróżniają się wyższą od przeciętnej zawartością cukru oraz niższym od przeciętnego plonem korzeni. Natomiast do późnego zbioru nadają się odmiany w **typie plennym**, odznaczające się stosunkowo niską zawartością cukru oraz dużym plonem korzeni i cukru. Pozostałe odmiany, mieszczące się w **typie pośrednim**, zwanym także **normalnym**, przeznaczone są do zbioru w typowym terminie zbioru i przerobu surowca. Tych odmian jest najwięcej w ofercie i posiadają one największe znaczenie w kraju.

■ Praktyczne wskazówki

- W uprawie tradycyjnej dopuszcza się niwelowanie szkodliwego dla wschodów buraka **zaskorupienia gleby** między rzędami roślin za pomocą pielnika. Istotnym zagrożeniem dla kiełków i liścieni buraka są także **przymrozki**.
- Jeżeli na powierzchni pola znajdują się **kamienie**, to należy je usunąć z pola, gdyż utrudnią one zbiór buraków.

- **Przesiewu plantacji** dokonuje się, jeżeli wystąpiło zamulenie lub zaskorupienie gleby uniemożliwiające wschody, bądź też doszło do zniszczenia plantacji w następstwie erozji wodnej lub wietrznej oraz gdy:
 - wschody i początkowa obsada nie zapewniają 40 tysięcy buraków na ha,
 - ponowny siew daje nadzieję na poprawę wschodów i obsady roślin,
 - decyzja o przesiewie nastąpi najpóźniej do połowy maja.

Pielęgnujemy

I Zwalczanie chwastów

Ochrona plantacji buraka cukrowego przed chwastami jest jednym z najtrudniejszych wyzwań związanych z uprawą tej rośliny. Wynika to przede wszystkim z dużej konkurencyjności chwastów, a także z wysokich wymagań dotyczących efektywności ich zwalczania.

I Integracja metod zwalczania

Eliminacja zachwaszczenia w integrowanej metodzie zwalczania chwastów powinna polegać nie tylko na usuwaniu bezpośredniego zagrożenia, ale również na wykorzystaniu wszelkich metod zapobiegawczych. W związku z powyższym należy przyjąć zasadę systematycznej walki z chwastami na każdym etapie zmianowania, uwzględniając zarówno zalecane sposoby ograniczania ich szkodliwości, jak i ochronę środowiska naturalnego.

I Działania zapobiegawcze

Głównym źródłem zachwaszczenia pól uprawnych jest zapas nasion chwastów w glebie. Decydującą rolę w regulacji zachwaszczenia odgrywają więc wszystkie czynności przyczyniające się do zmniejszenia ilości nasion w glebie. Możemy do nich zaliczyć:

- działania profilaktyczne:
 - staranny zbiór roślin uprawnych,
 - stosowanie materiału siewnego wolnego od zanieczyszczeń nasionami chwastów,
 - utrzymanie w czystości maszyn i narzędzi,
 - niedopuszczanie do przenoszenia się chwastów z otoczenia pól uprawnych,
 - stosowanie przefermentowanego obornika;
- zmianowanie roślin;
- zabiegi agrotechniczne:
 - podorywka,
 - orka przedzimowa,
 - uprawa przedsiewna i inne.

I 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.

Progi szkodliwości mają charakter orientacyjny, w związku z powyższym w podejmowaniu decyzji dotyczących wyboru metody 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.

ZAPAMIĘTAJ

Dla buraka cukrowego krytyczny okres konkurencji występuje pomiędzy kielkowaniem a 8–9 tygodniem po wschodach.

Tabela 10. Progi szkodliwości dla wybranych gatunków chwastów (Schweitzer i Dexter – Płn Dakota)

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

Metody zwalczania chwastów

Mechaniczne zwalczanie chwastów

Mechaniczne zwalczanie jest skuteczne w eliminowaniu gatunków jednorocznych i dwuletnich, natomiast mało efektywne w ograniczaniu zachwaszczenia wywołanego przez gatunki wieloletnie.

Mechaniczne odchwaszczanie przeprowadzamy za pomocą pielników szczotkowych, palcowych, szczotkowo-palcowych, wążowych i pneumatycznych. Z uwagi na specyfikę uprawy buraka cukrowego – uprawa szerokorzędowa, powolny wzrost siewek w początkowym okresie – konieczne jest wykonanie kilku zabiegów mechanicznych w ciągu sezonu wegetacyjnego.

Metody mechaniczno-chemiczne

Metoda mechaniczno-chemiczna polega na eliminowaniu chwastów z międzyrzędzi narzędziami mechanicznymi i na pasowym opryskiwaniu środkiem chwastobójczym tylko rzędów roślin.

Połączenie różnych metod regulacji zachwaszczenia ogranicza zużycie herbicydów, zmniejsza koszty chemicznej ochrony oraz limituje negatywny wpływ pestycydów na środowisko naturalne. Do przeprowadzenia tego zabiegu wymagane są maszyny uniwersalne wyposażone w narzędzia do uprawy międzyrzędowej oraz w specjalistyczny opryskiwacz zamontowany na agregacie lub specjalistyczne opryskiwacze umożliwiające wykonanie zabiegu w rzędach roślin.

Chemiczne zwalczanie chwastów

Podstawową metodą ochrony buraków cukrowych przed chwastami jest stosowanie herbicydów, które mogą być aplikowane w trzech terminach:

- przed siewem buraka: etofumesat;
- bezpośrednio po siewie buraków: glifosat, lenacyl, etofumesat, metamitron;

- po wschodach buraka, we wczesnych fazach rozwojowych chwastów: metamitron, fenmedifam, etofumesat, chlopyralid, dimetenamid-P, chinomerak, florioksifen benzylu – Rinskor™, foramsulfuron + tienkarbazon metylu (Conviso Smart), graminicydy.

I Dobór środków

O terminie aplikacji herbicydu (zabieg doglebowy lub nalistny) decyduje sposób przenikania substancji czynnej do chwastów.

Tabela 11. Sposób działania substancji czynnej herbicydów stosowanych do regulacji zachwaszczenia w uprawie buraka cukrowego.

Substancja czynna	Sposób działania	
	przez glebę	przez liście
Chlopyralid	nie	tak
Etofumesat	tak	nie
Fenmedifam	nie	tak
Lenacyl	tak	nie
Metamitron	tak	tak
Dimetenamid-P	tak	tak
Chinomerak	tak	tak
Florioksifen benzylu – Rinskor™	nie	tak
Foramsulfuron	nie	tak
Tienkarbazon metylu	tak	nie
Graminicydy	nie	tak

źródło: Tadeusz Praczyk 2002, zmodyfikowane W. Miziniak

I Łączne stosowanie herbicydów

W uprawach buraka cukrowego na terenie Polski może występować kilkadziesiąt gatunków chwastów, jednak znaczenie gospodarcze ma zaledwie kilkanaście.

ZAPAMIĘTAJ

Gatunki chwastów o największym znaczeniu w uprawie buraka cukrowego: chwastnica jednostronna, owies głuchy, perz właściwy, samosiewy zbóż, komosa biała, fiołek polny, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, maruna bezwonna, rdesty, ostrożeń polny, śláz zaniedbany, zaśláz pospolity.

W celu efektywnego zwalczania szerokiego spektrum chwastów zaleca się stosować mieszaniny kilku wzajemnie uzupełniających się substancji czynnych oraz wykonać zabiegi nalistne w fazie liścieni chwastów.

I Dawki dzielone, mikrodawki

Najbardziej skutecznym sposobem stosowania herbicydów jest ich aplikacja w dawkach dzielonych, opartych na mieszaninach różnych substancji czynnych. W tym systemie w ciągu okresu wegetacji roślin wykonuje się od 3 do 4 zabiegów.

Uzyskanie wysokiego efektu chwastobójczego uzależnione jest od kilku czynników:

- terminowego wykonania aplikacji,
- warunków atmosferycznych,
- wilgotności gleby,
- odpowiedniego doboru substancji czynnych pod kątem spodziewanego lub występującego zachwaszczenia,
- dostosowania substancji czynnych lub mieszanin do fazy chwastów,
- dodatku adiuwantów.

Pewną modyfikacją systemu dawek dzielonych jest aplikacja herbicydów w mikrodawkach.

W systemie tym sumarycznie w sezonie wegetacyjnym wykonuje się większą ilość zabiegów przy znacz- nie zredukowanych dawkach herbicydów. O powodzeniu tej metody decyduje odpowiedni dobór sub- stancji czynnych stosowanych łącznie z adiuwantem wielofunkcyjnym oraz systematyczność wykonania wszystkich zabiegów (kolejne aplikacje wykonujemy w odstępie 6–10 dni na chwasty w fazie liścieni).

Zastosowanie mikrodawek redukuje koszty poniesione na ochronę plantacji oraz ogranicza ujemny wpływ środków chwastobójczych na środowisko naturalne.

Niektóre gatunki chwastów wymagają specjalnego doboru substancji czynnej.

Tabela 12. Wrażliwość wybranych gatunków chwastów na substancje czynne wchodzące w skład herbicydów zalecanych do odchwaszczania buraka cukrowego.

Gatunek chwastu	Substancja czynna
Chaber bławatek	metamitron, chlopyralid
Fiolęk polny	metamitron, lenacyl, etofumesat
Komosa biała	lenacyl, metamitron, etofumesat, florioksifen benzyli – Rinskor™
Ostrożeń polny	chlopyralid,
Przytulia czepna	etofumesat, chinomerak, florioksifen benzyli – Rinskor™
Psianka czarna	chlopyralid
Rdest szczawolistny	fenmedifam + etofumesat
Rdest plamisty	metamitron (św), chlopyralid
Rdest powojowaty	etofumesat (św), lenacyl
Rumian polny	chlopyralid (do stadium rozety)
Rumianek pospolity	chlopyralid (do stadium rozety)
Samosiwy rzepaku	lenacyl, metamitron (doglebowo, kiełkowanie)
Szarłat szorstki	etofumesat, metamitron
Gatunki jednoliścienne	graminicydy

(św) – chwast średnio wrażliwy na daną substancję czynną

źródło: Tadeusz Praczyk 2002, zmodyfikowane W. Miziniak

■ Technologia Conviso Smart

Technologia Conviso Smart polega na uprawie odmian buraka cukrowego odpornych na dwie sub- stancje czynne: pierwszą z grupy pochodnych sulfonilomocznika (foramsulfuron), drugą z grupy tria- zolinonów (tienkarbazon metylu). Pierwszy zabieg nalistny wykonujemy od fazy BBCH 11 buraka cukrowego, następny po 10–14 dniach.

Zalety technologii:

- zwalczanie burakochwastów powstałych z przekrzyżowania się materiału hodowlanego odmian klasycznych z dzikimi gatunkami buraka;
- efektywne zwalczanie gatunków uciążliwych – blekot pospolity, chwasty rumianowate, rdest ptasi, rdest plamisty, rdestówka powojowata, fiołek polny, samosiewy rzepaku;
- większe uniezależnienie działania herbicydu od warunków pogodowych (wnikanie substancji czynnych poprzez liście);
- w przypadku zwalczania chwastów, w tym komosy białej, zaleca się stosowanie herbicydu w łącznej aplikacji z adiuwantami wielofunkcyjnymi.

I Skuteczność zabiegów herbicydowych

W przypadku niekorzystnych warunków dla działania herbicydów (susza, niska wilgotność powietrza) zaleca się:

- rezygnację z wykonania zabiegu doglebowego;
- zastosowanie systemu dawek dzielonych – aplikacja nalistna;
- przeprowadzenie wszystkich zabiegów w fazie liścieni chwastów;
- stosowanie mieszanin kilku substancji czynnych;
- oparcie składu mieszaniny o większy udział substancji czynnych wnikających poprzez liście (fenmedifam, metamitron);
- stosowanie fenmedifamu i metamitronu w rekomendowanych dawkach – zwalczanie komosy białej;
- stosowanie adiuwantów wielofunkcyjnych.

Łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami

Dodatek adiuwantów do cieczy opryskowej herbicydów 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;
- poprawę efektywności zwalczania chwastów w niesprzyjających warunkach atmosferycznych (susza, niska wilgotność powietrza);
- polepszenie skuteczności zwalczania gatunków średnio wrażliwych;
- możliwość redukcji dawek herbicydów w warunkach korzystnych dla działania środków chwastobójczych.

Szczegółowe informacje odnośnie możliwości łącznego stosowania herbicydów z adiuwantami znajdują się w etykietach stosowania poszczególnych środków ochrony roślin.

Zachwaszczenie wtórne

Przeciwdziałanie zachwaszczeniu wtórnemu możliwe jest przez:

- precyzyjną agrotechnikę (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 działających poprzez glebę (etofumesat, lenacyl, metamitron).

■ Odporność chwastów na herbicydy

Zmniejszenie 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,
- wykonanie zabiegów 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.

Tabela 13. Klasyfikacja herbicydów pod względem wystąpienia ryzyka odporności

Stopień ryzyka	Mechanizm działania	Grupa chemiczna	Substancja czynna stosowana w uprawie buraka cukrowego
Grupa I (duże)	Inhibitory ACoA	Pochodne kwasu arylofenoksypropionowego	Chizalofof-P-etylowy Fluazyfop-P-butyłowy
	Inhibitory ALS	po pochodne sulfonilomocznika	Foramsulfuron
Grupa II (średnie)	Inhibitory fotosyntezy	Pochodne triazynonów	Metamitron
	Inhibitory ALS	Pochodne glicyny	Glifosat
Grupa III (małe)	Inhibitory fotosyntezy	Pochodne fenylkarbaminianów	Fenmedifam

źródło: Kazimierz Adamczewski 2014

Sposoby minimalizacji zagrożenia

W celu minimalizowania ryzyka pojawienia się na plantacji biotypów odpornych na substancje czynne herbicydów zaleca się:

- stosowanie różnych metod regulacji zachwaszczenia zgodnie z zaleceniami integrowanej ochrony roślin;
- dobór herbicydów oraz ich mieszanin o zróżnicowanym mechanizmie działania;
- stosowanie chemicznych metod na chwasty w okresie ich największej wrażliwości (liścienie chwastów);
- zmianowanie roślin;
- uprawę orkową;
- wyeliminowanie chwastów pozostałych po zastosowaniu głównego programu zwalczania chwastów;
- ograniczanie rozprzestrzeniania się biotypów odpornych.

■ Bezpieczeństwo uprawy buraka cukrowego

Bezpieczeństwo uprawy wynika zarówno z decyzji podjętych w przedplonie buraka cukrowego (dobór substancji czynnych herbicydów), jak i w trakcie sezonu wegetacyjnego.

Szczegółowe informacje dotyczące możliwości uprawy roślin w kolejnym sezonie wegetacyjnym zawarte są w etykietach środków – akapit następstwo roślin. W przypadku zamieszczenia adnotacji „po zbiorze rośliny przedplonowej rosnącej w normalnych warunkach można wysiewać następujące rośliny” należy podejść ostrożnie, mając na uwadze, że badania przeprowadzono w systemach orkowych, w warunkach optymalnych dla rozwoju mikroflory glebowej, która odgrywa decydującą rolę w procesie biodegradacji ś.o.r. W niesprzyjających warunkach pogodowych (lata suche, zimne, gleby nadmiernie zbite i uwilgotnione) istnieje ryzyko nierozłożenia się substancji czynnych herbicydów. W takich okolicznościach należy zaniechać uprawy buraka cukrowego.

ZAPAMIĘTAJ

W trakcie sezonu wegetacyjnego należy dokładnie umyć opryskiwacz po wykonanej uprzednio aplikacji. Burak cukrowy jest szczególnie wrażliwy na pozostałości innych substancji czynnych herbicydów.

Tabela 14. Wrażliwość buraka cukrowego na herbicydy z grupy regulatorów wzrostu (Praczyk 2003)

Stężenie (ppm)	2,4 D	MCPA	2,4 DP	Mekoprop-P	Dikamba	Chlopyralid	Fluoroksypyr
10	–	–	–	–	+	–	+
50	–	–	–	–	+	–	+
100	–	–	+	–	+	–	+
200	+	+	+	–	+	–	+
400	+	+	+	+	+	–	+
800	+	+	+	+	+	+	+
1000	+	+	+	+	+	+	+
2000	+	+	+	+	+	+	+
4000	+	+	+	+	+	+	+

– brak objawów

+ objawy uszkodzeń

Do płukania należy używać najmniejszą, konieczną objętość wody (2,5–10% objętości zbiornika) – zalecane jest trzykrotne płukanie instalacji cieczonej małą porcją wody.

ZAPAMIĘTAJ

W przypadku uprawy w jednym gospodarstwie odmian klasycznych oraz odmian Conviso Smart bezwzględnie zaleca się jako pierwsze wykonanie zabiegów w odmianach klasycznych, a następnie w Conviso Smart. Po wykonaniu zabiegów należy dokładnie wypłukać opryskiwacz.

Środowisko naturalne

Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin wymaga wdrożenia odpowiednich środków ostrożności mających na celu ochronę środowiska naturalnego. Drzewa i krzewy śródpolne, rowy przydrożne, rowy melioracyjne oraz wieloletnie użytki są miejscem bytowania wielu organizmów pożytecznych. W związku z powyższym nie można dopuścić do skażenia tych miejsc zarówno poprzez bezpośrednią aplikację, jak i znoszenie cieczy opryskowej. Miejsca te zapewniają bioróżnorodność, która zachowuje równowagę w środowisku naturalnym.

Fot. A. Wachowski



Fot. 1. Siewki chwastnicy jednostronnej

Fot. A. Wierenczuk



Fot. 2. Gorczyca polna – młoda roślina

Fot. W. Miziniak



Fot. 3. Komosa biała – siewka

Fot. W. Miziniak



Fot. 4. Owies głuchy – roślina

Fot. W. Miziniak



Fot. 5. Psianka czarna – siewka

Fot. W. Miziniak



Fot. 6. Szarłat szorstki – siewka

Fot. W. Miziniak



Fot. 7. Perz właściwy – roślina

Fot. W. Miziniak



Fot. 8. Fiołek polny – siewka

Fot. W. Miziniak



Fot. 9. Rdest ptasi – mała roślina

Fot. W. Miziniak



Fot. 10. Rdestówka powojowata – siewka

Fot. W. Miziniak



Fot. 11. Ostrożeń polny – siewka

Fot. T. Snopczyński



Fot. 12. Zaślaz pospolity – siewka

I Ochrona buraka cukrowego przed chorobami

Najważniejsze choroby

Istotny wpływ na plonowanie buraka cukrowego mają choroby. W kolejnych stadiach rozwojowych roślina ta jest porażana przez szereg patogenów.

Siewki są narażone na **zgorzele** powodowane przez grzyby oraz organizmy grzybopodobne. Ochronę przed większością chorób siewek zapewniają zaprawy nasienne.

Z kolei liście buraka cukrowego są porażane przez wirusy, bakterie i grzyby. Wśród chorób wirusowych można wyróżnić **żółtaczkę wirusową buraka** (wywołaną przez wirusy BYV i BMV), **mozaikę wirusową** (BtMV) czy **rizomanię** (BNYVV). Występowanie tej ostatniej wirozy zostało znacznie ograniczone przez hodowlę odmian odpornych. Obecnie wszystkie uprawiane odmiany buraka wykazują odporność na podstawowe patotypy wirusa BNYVV. Pozostałe wirusy na ogół nie stanowią poważnego zagrożenia na plantacjach buraka cukrowego. Jednak ich znaczenie gospodarcze rośnie w latach znacznej presji mszycy. Szkodnik ten jest odpowiedzialny za przenoszenie wirusów powodujących m.in. żółtaczkę buraka.

ZAPAMIĘTAJ

Nie ma metod ochrony chemicznej przed chorobami wirusowymi. Zapobieganie ich rozwojowi polega na redukcji występowania mszycy.

Jeszcze przed zwarciem międzyrzędzi na liściach buraka można dostrzec plamy będące objawem **bakteryjnej plamistości liści**. Podobne symptomy, choć już po zakryciu międzyrzędzi, mogą świadczyć o wystąpieniu chorób grzybowych: **brunatnej plamistości liści**, **alternariozy buraka** oraz **chwościka buraka**. Wśród chorób liści nie wywołujących plamistości należy zwrócić uwagę na **rdzę buraka** oraz **mączniaka prawdziwego**. Ze wszystkich chorób liści największe znaczenie gospodarcze ma chwościk, który może spowodować znaczne straty ekonomiczne. Pozostałe choroby liści występują sporadycznie i na ogół nie wymagają zwalczania chemicznego.

Korzenie są narażone na **zgnilizny** powodowane przez grzyby oraz organizmy grzybopodobne. W Polsce nie stosuje się ochrony chemicznej przeciwko patogenom korzeni. Podstawą ochrony jest metoda agrotechniczna.

Ochrona niechemiczna

W myśl integrowanej ochrony roślin należy przede wszystkim ograniczyć rozprzestrzenianie patogenów i utrzymać ich liczebność na takim poziomie, żeby nie zakłócały rozwoju rośliny uprawnej. Podstawą ochrony roślin są **metody niechemiczne**. Uprawa powinna być prowadzona w warunkach optymalnych dla danej rośliny. Takie działania podnoszą zdrowotność roślin i ich odporność na czynniki chorobotwórcze.

ZAPAMIĘTAJ

W ograniczaniu występowania chorób istotny jest **odpowiedni płodozmian**. Burak cukrowy nie powinien być uprawiany na tym samym polu częściej niż co 4 lata. Należy unikać także sąsiedztwa zeszłorocznego stanowiska oraz miejsca składowania przyzmy. Źródłem chorób (np. chwościka) są przede wszystkim resztki pozostające na polu po zbiorze korzeni.

Na zdrowotność roślin i ich odporność na choroby wpływ mają także **uregulowane pH** gleby oraz jej **struktura**. Nieodpowiednie pH (zbyt niskie) czy wadliwa struktura gleby (zaskorupienie) wpływają nie tylko na same rośliny, ale także sprzyjają rozwojowi niektórych patogenów (np. powodujących zgorzele siewek czy zgnilizny korzeni).

Ważnym elementem hamującym rozwój patogenów jest **redukcja zachwaszczenia**. Niektóre patogeny porażają także chwasty, z których infekcja przeniesie się na roślinę uprawną.



PRZYKŁAD

Grzyb powodujący chwościk poraża powszechnie występujące chwasty np.: komosę białą, rdest powojowaty, babkę zwyczajną, szarłat szorstki czy śláz okrągłolistny i drobnokwiatowy.

Kolejnym czynnikiem hamującym rozwój chorób jest siew **odmian o podwyższonej odporności lub tolerancji**. Wszystkie dostępne w Polsce odmiany buraka mają odporność na rizomanię. Dodatkowo na rynku są dostępne także odmiany z tolerancją na *Aphanomyces cochlidioides* czy o podwyższonej odporności na chwościk buraka.

Zdrowotności roślin sprzyja również racjonalne **nawożenie azotem**. Rośliny przenawożone tym składnikiem są bardziej podatne na infekcje.

W ostatnich latach na znaczeniu zyskuje **metoda biologiczna**. Składnikami preparatów biologicznych są przede wszystkim mikroorganizmy, choć biopreparaty mogą zawierać także owady czy nicienie. Za interesowanie rolników biopreparatami rośnie, ponieważ spada skuteczność tradycyjnych fungicydów. Jest to spowodowane przede wszystkim wzrostem odporności zwalczanych patogenów na substancje czynne stosowanych preparatów chemicznych. Innym czynnikiem decydującym o wzroście znaczenia biopreparatów jest wycofywanie z użytkowania kolejnych substancji czynnych środków ochrony roślin. Do stosowania preparatów biologicznych zachęcają także dopłaty bezpośrednie. Jednak obecnie ciągle nie ma biopreparatów zarejestrowanych do ochrony buraka cukrowego przed chorobami.

Ochrona chemiczna

Zabieg chemiczny, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin, można wykonać dopiero, gdy inne sposoby nie przyniosły oczekiwanego skutku.

W Polsce największe znaczenie gospodarcze mają straty powodowane przez chwościk buraka i tak naprawdę tylko ta choroba wymaga zwalczania chemicznego.

! Ochrona przed chwościkiem (*Cercospora beticola*)

Decyzję o wykonaniu pierwszej aplikacji fungicydu należy podjąć na podstawie monitoringu plantacji. Pole powinno się lustrować po przekątnej. Nie można ograniczać się tylko po obserwacji skraju plantacji. W łanie są lepsze warunki do rozwoju chwościka (większa wilgotność) dlatego też objawy choroby mogą pojawić się tam wcześniej. Przeprowadzając lustrację plantacji można w przypadkowych miejscach dojrzeć pojedyncze, silnie porażone rośliny. W ich przypadku źródłem zakażenia były nasiona.

Z takich porażonych roślin choroba szybko się rozprzestrzeni. Należy pamiętać, iż siew odmiany CR+ (o bardzo wysokiej odporności na chwościk) nie zwalnia z konieczności obserwacji plantacji.

ZAPAMIĘTAJ

Odmiany CR+ również wymagają ochrony chemicznej, choć mniej intensywnej niż odmiany konwencjonalne.

Warto także śledzić komunikaty na Platformie Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl) i innych platformach prowadzonych przez producentów cukru.

Podjętą decyzję o **wykonaniu zabiegu fungicydowego**, trzeba pamiętać o biologii grzyba wywołującego chwościk. Nie każda plama zaobserwowana na liściu jest objawem tej choroby. Jeśli jest sucho i chłodno, prawdopodobieństwo wystąpienia chwościka jest znikome. W przypadku wątpliwości dotyczącej sprawcy choroby warto zasięgnąć porady doradcy albo instytucji naukowej, ponieważ nie każdy patogen wymaga zwalczania chemicznego.

W skutecznej ochronie chemicznej plantacji przed chwościkiem istotne są:

– terminowość wykonania zabiegów

W ochronie buraka przed chwościkiem niezwykle istotne jest przeprowadzenie w optymalnym terminie pierwszego zabiegu ochronnego. Opóźnienie pierwszej aplikacji fungicydu skomplikuje skuteczną walkę z chorobą. Pierwszy zabieg fungicydowy należy wykonać najpóźniej, kiedy pierwsze objawy choroby zostaną zauważone na ok. 5% roślin. W regionach o silnej presji patogena (np. południe i południowy wschód Polski), na plantacjach szczególnie zagrożonych (np. zlokalizowanych w pobliżu zeszłorocznego stanowiska czy miejsc po przyzmacach) pierwszą aplikację fungicydu trzeba wykonać niezwłocznie po zaobserwowaniu pierwszych objawów choroby. Ryzyko wysokiego natężenia chwościka występuje także w przypadku uprawy odmian podatnych na chwościk czy braku zmianowania. Po wykonaniu zabiegu chemicznego możemy czasem obserwować nowe plamistości. Nie musi świadczyć to o niskiej skuteczności fungicydu. Mykotoksyny są wydzielane także z martwych komórek grzybni i stąd też nowe nekrozy.

Termin wykonania drugiego i kolejnych zabiegów jest zależny w dużej mierze od rodzaju preparatu zastosowanego w poprzednim zabiegu. W przypadku aplikacji fungicydu systemicznego kolejny zabieg ochronny należy wykonać po około trzech tygodniach. Natomiast jeśli w poprzednim zabiegu zastosowano preparat kontaktowy (związki miedzi i siarki) to kolejna aplikacja powinna nastąpić po 10–14 dniach. W warunkach korzystnych dla rozwoju infekcji, bez względu na fungicyd zastosowany w poprzednim zabiegu, kolejną aplikację należy przyspieszyć o kilka dni.

Jeszcze kilka lat temu programy ochrony buraka przed chwościkiem kończyły się w sierpniu. Na początku września rośliny były jeszcze chronione przez fungicydy zastosowane w poprzednim miesiącu, a potem spadek temperatury powodował znaczne zahamowanie rozwoju choroby. Z powodu zmian klimatycznych temperatury we wrześniu są coraz wyższe, co sprzyja rozwojowi chwościka także późnym latem. Dlatego też warto wykonać zabieg fungicydowy także we wrześniu, szczególnie przy późniejszym terminie odstawy surowca do cukrowni.

– dobór fungicydów – strategia antyodpornościowa

Zdecydowana większość fungicydów stosowanych do zwalczania chwościka zawiera substancje czynne o działaniu systemicznym. Takie substancje czynne wnikają do komórek roślinnych i przemieszczają się w roślinie. Są w umiarkowanym lub wysokim – w zależności od substancji – stopniu zagrożone ryzykiem powstawania szczepów odpornych. Rosnąca odporność grzyba *C. beticola* na substancje czynne fungicydów jest dużym utrudnieniem w skutecznej ochronie buraka cukrowego

przed chwościkiem jest. Wzrost odporności powoduje spadek, a z czasem nawet całkowitą utratę skuteczności stosowanych substancji.

ZAPAMIĘTAJ

Pierwszy zabieg to jedyny moment na zastosowanie substancji czynnych z grupy strobiluryn. Z uwagi na wysoki odsetek szczepów odpornych na azoksystrobinę w populacji grzyba *C. beticola* ta substancja praktycznie nie hamuje rozwoju patogena. Jednak strobiluryny mają nie tylko działanie grzybobójcze, ale także indukują naturalną odporność roślin. Stąd aplikacja azoksystrobiny jest zasadna tylko w pierwszym zabiegu fungicydowym i wyłącznie w mieszaniu z triazolem (np. difenokonazolem).

Do ochrony plantacji buraka przed chwościkiem są wykorzystywane przede wszystkim fungicydy zawierające triazole (np. difenokonazol, mefentriflukonazol, tebukonazol, tetrakonazol). Substancje czynne z tej grupy chemicznej charakteryzują się średnim ryzykiem powstawania szczepów odpornych. Niemniej powszechne stosowanie fungicydów triazolowych spowodowało rozwój zjawiska odporności u patogena wywołującego chwościk. Większość izolatów grzyba *C. beticola* wykazuje umiarkowaną odporność na triazole. Aby nie pogłębiać zjawiska odporności, warto stosować **praktyki antyodpornościowe**.

ZAPAMIĘTAJ

Podstawą strategii antyodpornościowej jest *naprzemienne stosowanie substancji czynnych z różnych grup chemicznych w kolejnych zabiegach*. Należy uważnie czytać etykiety, ponieważ niektóre fungicydy pomimo różnych nazw handlowych zawierają tę samą substancję czynną. Dla przykładu, zarejestrowanych jest kilka preparatów zawierających 250 g difenokonazolu w litrze.

Częścią strategii antyodpornościowej jest także stosowanie fungicydów kontaktowych (związków miedzi i siarki). Takie środki są tylko w niewielkim stopniu zagrożone ryzykiem powstawania izolatów odpornych, co wynika z ich wielokierunkowego działania. Należy jednak pamiętać, że substancje czynne działające kontaktowo nie wnikają w głąb rośliny (tak jak preparaty systemiczne), tylko zostają na powierzchni liści. Dlatego są zmywane przez opady deszczu i ulegają wietrzeniu. Z uwagi na to warto je stosować jako dodatek do fungicydów systemicznych.

– zastosowanie odpowiedniej dawki

Fungicydy powinno stosować się **w dawce zgodnej z etykietą**. Obniżenie dawki lub zastosowanie dawek dzielonych jest niedozwolone. Takie działanie nie ochroni skutecznie plantacji, a dodatkowo sprzyja powstawaniu izolatów patogena odpornych na substancje czynne stosowanych fungicydów.

– optymalne warunki aplikacji

Zabiegów chemicznych nie powinno się wykonywać w dużym nasłonecznieniu, ponieważ może dojść do uszkodzenia roślin. Optymalna temperatura stosowania większości fungicydów to około 20°C. Preparaty grzybobójcze nie powinny być stosowane, w temperaturze powyżej 25°C. Jeśli warunki atmosferyczne w ciągu dnia nie pozwalają na spełnienie tego zalecenia, aplikację fungicydu powinno wykonać się wieczorem, w nocy lub nad ranem. Przed podjęciem decyzji o wykonaniu zabiegu ochronnego należy sprawdzić prognozę pogody pod kątem opadów deszczu. Większość fungicydów systemicznych potrzebuje około dwóch godzin, żeby wniknąć do komórek roślinnych. Jeśli deszcz spadnie wcześniej, konieczne może być powtórzenie zabiegu. Nie należy także nanosić cieczy opryskowej na mokre rośliny (po deszczu lub rosie). Optymalna wilgotność powietrza, przy której po-

winno się wykonywać zabiegi fungicydowe, to 60–80%. Zabieg nie powinien zostać przeprowadzony, jeśli wilgotność powietrza spadnie poniżej 40%. Aby zapobiec znoszeniu cieczy opryskowej, środki ochrony roślin można stosować, jeśli prędkość wiatru nie przekracza 4 m/s.

■ Syndrom niskiej zawartości cukru (*syndrom basse richesse* – SBR)

Syndrom niskiej zawartości cukru wywołują dwa patogeny: proteobakteria *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* (SBR ars) oraz fitoplazma *Candidatus Phytoplasma solani* (SBR ps). Jednak zazwyczaj sprawcą choroby jest proteobakteria. Obie bakterie (fitoplazmy też są zaliczane do bakterii) są przenoszone głównie przez *Pentastiridius leporinus*, skoczka z rodziny *Cixiidae* (szrońcowate), zwanego także cykadą trzcinową. Warunki pogodowe nie wpływają bezpośrednio na rozwój bakterii powodujących SBR, determinują jednak aktywność skoczka.

Wektorowi sprzyja upał oraz susza. W takich warunkach w ciągu lata mogą wystąpić dwa pokolenia skoczków. Objawy choroby pojawiają się na plantacjach buraka późnym latem. Na starszych liściach można zaobserwować chlorotyczne zmiany, przy czym nerwy liści pozostają zielone. Nowe liście są słabo wybarwione, asymetryczne i mają charakterystyczny, lancetowaty kształt. Korzenie zakażonych roślin z zewnątrz wyglądają na zdrowe: są jędrne i pozbawione zmian chorobowych. Dopiero na przekroju jest widoczne zbrązowienie wiązek przewodzących. Zakażona roślina wytwarza dużo nowych liści, wykorzystując do tego celu zgromadzone w korzeniu substancje zapasowe, w tym głównie cukier. Stąd też straty plonu korzeni mogą wynieść nawet 25%, a straty zawartości cukru od 5 do 7 punktów procentowych.

Bakterie powodujące chorobę zasiedlają tylko roślin, dlatego ich zwalczanie chemiczne nie jest możliwe. Niestety, także ograniczanie liczebności przenoszących patogeny skoczków jest utrudnione. Owady są ruchliwe, żerują na wielu gatunkach roślin, a dodatkowo większość cyklu życiowego spędzają w glebie, żerując na korzeniach pszenicy. W pewnym stopniu liczebność szkodnika można ograniczyć przez płodozmian. Udowodniono, że uprawa po buraku cukrowym jęczmienia lub żyta może skutecznie obniżyć liczebność nimf od 30 do nawet 80%. Presję skoczka można ograniczyć także rezygnując z orki na rzecz uprawy uproszczonej. Jest to o tyle interesująca obserwacja, że w przypadku większości szkodników to właśnie orka przyczynia się do redukcji ich liczebności.

Jak dotąd, SBR największe straty powodował na plantacjach buraka w m.in. Francji, Szwajcarii, Niemczech oraz na Węgrzech. W Polsce odnotowano pierwsze przypadki wystąpienia choroby.



Fot. J. Piszczek

Fot. 13. Zgorzel siewek spowodowana przez grzybopodobny organizm *Aphanomyces cochlioides*



Fot. J. Piszczek

Fot. 14. Objawy bakteryjnej plamistości liści

Fot. A. Kwiecień



Fot. 15. Objawy chwościka buraka z charakterystycznym brunatnoczerwonym zabarwieniem plamistości

Fot. A. Kwiecień



Fot. 16. Srebrny nalot będący efektem tworzenia zarodników konidialnych grzyba

Fot. J. Piśczek



Fot. 17. Objawy rdzy buraka

Fot. J. Piśczek



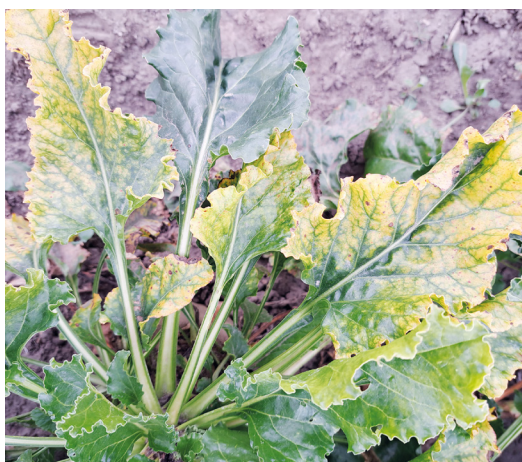
Fot. 18. Objawy mączniaka prawdziwego buraka

Fot. J. Piśczek



Fot. 19. Korzeń buraka z objawami zgnilizny wierzchołkowej korzenia

Fot. A. Kwiecień



Fot. 20. Objawy żółtaczkii wirusowej buraka

■ Ochrona buraka cukrowego przed szkodnikami

W przypadku szkodników w uprawie buraka cukrowego przez wiele lat sytuacja była stabilna, niemalże schematyczna. Wiosną można było spodziewać się nalotu pchełki, śmietek oraz mszycy burakowej, lokalnie na północy kraju drobnicy burakowej. Nieco później, na początku lata, pojawiały się gąsienice motyli, uszkadzające blaszki liściowe. Niekiedy trafiały się kłopoty z tarczakiem, leniami, koziołkami, ale były to zazwyczaj kwestie bardzo lokalne, ograniczające się do jakiegoś regionu lub jedynie konkretnego pola. Z pędrakami, drutowcami czy mątwikiem burakowym sprawy wyglądały podobnie.

Ostatnimi czasy sytuacja uległa diametralnej zmianie m.in. za sprawą niestabilnych warunków pogodowych, uproszczeń w uprawie i płodozmianach oraz ułatwionego dostępu do globalnego i szybkiego transportu. Niezwykle istotnym czynnikiem jest również unijna rewolucja na rynku zapraw oraz pozostałych agrochemikaliów.

Wyżej wymienione przyczyny sprawiły, że do szkodników dobrze znanych od lat, w ostatnim dziesięcioleciu dołączyły inne, mocno zagrażające potencjalnym plonom. Mowa o przedziorku chmielowcu, szarku komośniku oraz skośniku buraczaku. Coraz liczniej występują też błyszczki oraz piętnówki. Istnieje również pewne prawdopodobieństwo pojawienia się *Pentastiridius leporinus* przenoszącego drobnoustroje powodujące syndrom niskiej zawartości cukru SBR (*ang. syndrome basses richesses*).

Terminy pojawiania się poszczególnych szkodników oraz uszkodzeń przez nie wywoływanych zależą od uwarunkowań lokalnych oraz pogodowych i mogą różnić się w poszczególnych latach. Obecnie w przypadku wielu szkodników nie ma możliwości zwalczania chemicznego ze względu na brak zarejestrowanych preparatów. Należy stosować metody niechemiczne, niektóre agrofagi można także monitorować przy użyciu pułapek feromonowych.

Najważniejsze szkodniki buraka cukrowego

Pchełka burakowa

Pchełka burakowa jest pospolitym, niewielkim chrząszczem o czarnej barwie. W liścieniach, a następnie liściach właściwych od strony powierzchniowej wygrza niewielkie fragmenty tkanek – tzw. okienka. Po pewnym czasie w tych miejscach powstają drobne perforacje. W ciągu roku pojawia się jedno pokolenie agrofaga, podobnie jak w przypadku drobnicy burakowej, występującej w północnej części kraju. Wczesną wiosną zimujące chrząszcze opuszczają zimowe kryjówki i przenoszą się na plantacje buraka, na których żerują do momentu uzyskania przez rośliny fazy BBCH 14–16.

Drobnica burakowa

Największe zagrożenie stanowi w początkowej fazie wzrostu buraka – od kiełkowania do dwóch par liści właściwych. Przy silnych uszkodzeniach rośliny w ogóle nie wschodzą. Żerując na kielkujących nasionach, drobnica powoduje deformacje liścieni. Ponadto wygrza drobne jamki na szyjce korzeniowej oraz hypokotylu, co prowadzi do przerywania wiązek przewodzących, gorszego zaopatrzenia

roślin w wodę oraz składniki odżywcze. W miejscu silniejszych uszkodzeń rośliny łamią się i zamierają, co prowadzi do zmniejszenia obsady.

Szarek komośnik

W sytuacji żeru zatokowego, gdy liścienie i liście są obgryzione od brzegu lub gdy całe siewki są niemalże całkowicie zjedzone przy ziemi, mamy do czynienia z chrząszczami ryjkowcowatymi. Najbardziej destrukcyjnym jest szarek komośnik.

Chrząszcze zimują w glebie i budzą się do życia wczesną wiosną. Posiadają zdolność lotu, jednakże dopiero w odpowiednio wysokiej temperaturze powietrza, dlatego początkowo jedynie wędrują na najbliższe pola. Żerują intensywnie, zarówno w ciągu dnia, jak i po zmierzchu. W skrajnych przypadkach liście zostają przycięte u nasady, co skutkuje zamieraniem roślin, powstawaniem tysiąch placów i koniecznością wykonania przesiewu.

Nachodzenie na zasiewy falami w dużym stopniu utrudnia skuteczne zwalczanie oraz generuje wysokie koszty ochrony.

Najlepiej równolegle odławiać chrząszcze przy pomocy rowków chwytnych, np. ceowników wkopanych w powierzchniową warstwę gleby. Powinny być umieszczone na równi z podłożem i zaślepione na końcach, aby szkodniki nie mogły się wydostać. Dodatkowo należy umieścić pojemnik, do którego będą wpadały odłowione osobniki. Wybudzone z zimowego odrętwienia i szukające pokarmu osobniki wpadają do wkopanych rynien, a następnie gromadzą się w pojemnikach, z których nie mogą się wydostać. Nie wyfruną, wczesną wiosną jedynie wędrują po glebie, latają w późniejszym okresie. Pułapki te cechują się wysoką skutecznością, zwłaszcza jeśli dodatkowo zostaną wyposażone w dyspenser feromonowy.

Zalecenia agrotechniczne w ograniczaniu populacji szarka komośnika w uprawie buraka cukrowego

Ograniczenie liczebności i szkodliwości szarka komośnika można osiągnąć poprzez odpowiednio zaplanowane działania agrotechniczne, które nie tylko zmniejszają populację owada, ale także utrudniają jego przemieszczanie się i dostęp do roślin buraka.

Jednym z najskuteczniejszych działań jest wykonanie głębokiej orki po zbiorze buraków. Unikanie uproszczonej uprawy (np. siewu pszenicy bez orki) pozwala na mechaniczne zniszczenie zimujących form owada znajdujących się w glebie. Dodatkowo przemieszczające się cząsteczki gleby, zwłaszcza ziarna piasku, mogą powodować mikrouszkodzenia na ciele owada, co sprzyja infekcjom przez mikroorganizmy (grzyby, bakterie) i prowadzi do ich śmierci. Owady wydobyte na powierzchnię podczas orki stają się również łatwym łupem dla ptaków.

Ważnym elementem strategii ochrony roślin jest zmiana lokalizacji plantacji buraka. Nowe pole należy zakładać możliwie jak najdalej od ubiegłorocznego buraczyska. W pasie pomiędzy tymi polami warto wysiać zboża, których gęsta obsada utrudni przemieszczanie się chrząszczy, zwłaszcza w chłodniejszych warunkach wiosennych (poniżej 20°C), gdy owady poruszają się głównie po powierzchni gleby. Im szerszy ten pas, tym większa jego skuteczność.

Nie można także zapominać o systematycznym zwalczaniu chwastów komosowatych przez cały okres wegetacji. Rośliny te są atrakcyjnym źródłem pożywienia dla larw szarka, dlatego ich obecność sprzyja rozwojowi szkodnika.

W przypadku konieczności zastosowania chemicznych środków ochrony roślin przeciwko szarkowi komośnikowi, każdy zabieg należy wykonywać z dodatkiem adiuwanta, co zwiększa skuteczność działania preparatu.

Śmietka ćwiklanka

Larwy śmietki ćwiklanki zaczynają uszkadzać buraka w maju. Zazwyczaj pozostają niewidoczne, ponieważ bezpiecznie żerują wewnątrz liści buraka, ukryte pomiędzy ich powierzchnią a dolną skórą. Jeśli zerwać uszkodzony liść i obserwować go pod światło, można dostrzec żerujące wewnątrz osobniki. Miny są łatwo dostrzegalne i powstają w wyniku wyjadania miąższu liści. Z czasem uszkodzone powierzchnie marszczą się, brązowieją i wykruszają.

Mszyce

W chwili, gdy dzienna temperatura powietrza osiąga 15°C, należy spodziewać się nalotu mszyc. W takiej temperaturze uskrzydłone osobniki migrują na plantacje z gospodarzy zimowych. Termin przelotów pokrywa się z pełnią kwitnienia trzmieliny. Szkodniki początkowo żerują na liściach sercowych, ale z biegiem czasu rozchodzą się na zewnętrzne okółki. Częściej nalatują na pola intensywnie nawożone azotem. Lepiej rozwijają się w warunkach ciepłej i suchej pogody. W upalne lata ich szkodliwość jest znacznie niższa, co wiąże się z dużą wrażliwością na temperatury powyżej 30°C. Najwyższą liczebność szkodników notuje się w lipcu. Wkłuwają się do tkanek i wysysają soki roślinne, co powoduje charakterystyczne zwijanie się i fałdowanie blaszki liściowej do wewnątrz. Pluskwiaki są wektorami wirusów wywołujących żółtaczkę buraka, mocno obniżających plon i jakość korzeni.

Błyszczki

Gąsienice błyszczek występują powszechnie w całym kraju. Cykl rozwojowy poszczególnych gatunków jest zbliżony. W sezonie występują zazwyczaj dwa pokolenia, w latach chłodniejszych pojawia się jedno. Rozwój jednej generacji trwa zwykle 4–6 tygodni. Optimum termiczne dla wszystkich stadiów rozwojowych oscyluje wokół 25°C. Gąsienice żerują na liściach, podobnie jak piętnówki. Wygryzają w nich nieregularnej wielkości dziury, a w skrajnych sytuacjach powodują powstawanie gołożerów. Duże uszkodzenia odbijają się na plonie korzeni i cukru w związku z regeneracją ulistnienia.

Przędziorek chmielowiec

Przędziorek chmielowiec jest agrofagiem kojarzonym głównie z roślinami ogrodniczymi oraz sadowniczymi, a nie typowo rolniczymi. Występowanie szkodnika na plantacjach buraka cukrowego było notowane jakiś czas temu jedynie w rejonach suchych i gorących, np. krajach basenu Morza Śródziemnego. Obecnie w Polsce, w wyżej wymienionych warunkach, stanowi poważny problem. Rozmiary ciała roztoczy wynoszą niecałe 0,4 mm. Wszystkie stadia ruchome są zdolne do wytwarzania oprzędu, co jest cechą charakterystyczną i sygnałem żerowania przędziorka. Zarówno larwy, jak i dorosłe roztocze wysysają sok z tkanek liści i ogonków liściowych. Początkowo powstają przebarwienia imitujące niedobory mikroelementów. Następnie liście żółkną, a w konsekwencji dalszych uszkodzeń usychają. Mocno zasiedlone buraki są karłowate i cechują się niższą polaryzacją.

Skośnik buraczak

W przypadku skośnika buraczaka stadium szkodliwym są gąsienice. Trudno je zauważyć, ponieważ drążą chodniki wewnątrz ogonków liściowych albo zwijają brzegi liści oprzędem i żerują wewnątrz utworzonych tuneli. W konsekwencji liście więdną, żółkną, po czym całkowicie zasychają. Niejednokrotnie dochodzi też do ich wyłamywania. Uszkodzenia liści sercowych prowadzą do zahamowania ich wzrostu i wypuszczania liści bocznych, co dodatkowo obniża polaryzację. Najgroźniejsze są uszkodzenia powierzchniowej warstwy korzeni, ponieważ przyczyniają się do wtórnych infekcji grzybowych, które sięgają w głąb i obejmują pozostałe fragmenty korzenia. Pogarsza to istotnie wartość przechowalniczą. Jest również głównym powodem obniżenia ilości, ale i jakości plonów, spadku polaryzacji oraz wzrostu zawartości melasotworów. Nagromadzone na głowie korzenia odchody pogłębiają ten problem.

Zwójki

Posklejane lub rurkowato zwinięte liście są oznaką żerowania starszych stadiów gąsienic zwójek. Poszczególne stadia larwalne różnią się barwą ciała oraz rodzajem wywoływanych uszkodzeń. Młodsze osobniki minują liście.

Mątwik burakowy

Mątwik burakowy to nicień żyjący w glebie. Wydaje dwa pokolenia w sezonie. Stadium widocznym gołym okiem są białe samice, które można dostrzec na cieńszych, delikatnych korzonkach. Porażone rośliny cechują się wolniejszym tempem rozwoju, są bardziej narażone na niekorzystne warunki środowiskowe, zwłaszcza niedobór wody. Na plantacji, zwłaszcza w upalne dni, obserwuje się miejscowe więdnienie roślin. Szkodnik jest szczególnie niebezpieczny w przypadku ciepłej, słonecznej pogody i suszy, która pogłębia straty wywołane jego żerowaniem.

Drutowce, pędraki, rolnice

Objawy żerowania drutowców, pędraków oraz rolnic są zbliżone. To szkodniki szczególnie niebezpieczne wiosną, gdyż po zimowaniu wznowienie ich żerowania zbiega się ze wschodami buraka. Atakują system korzeniowy siewek, przez co zaburzają ich prawidłowe funkcjonowanie. Maleje wydajność fotosyntezy w związku z utrudnionym pobieraniem wody oraz składników mineralnych. Silnie uszkodzone siewki obumierają. Łatwo odróżnić je od zdrowych po zwiędniętych liściach. Z łatwością wychodzą z gleby, ponieważ uszkodzony korzeń nie jest w stanie utrzymać ich w podłożu. W starszych korzeniach szkodniki wygryzają dziury, co stanowi bramę wejścia dla bakterii i grzybów, pogarszając tym samym jakość surowca oraz obniżając jego zdolność przechowalniczą.

Larwy drutowców dorastają do 3,0 cm długości. Posiadają ciało pokryte mocnym chitynowym pancerzem o żółtopomarańczowej barwie. Głowa oraz koniec odwłoka są ciemniejsze od reszty ciała.

Pędraki mają trzy pary odnóży pokrytych brunatnymi włoskami i brązową twardą głowę. Wzdłuż jasnego, pomarszczonego, miękkiego ciała, po bokach biegną brązowe, niewielkie punkty – przetchlinki, służące do oddychania. Starsze osobniki osiągają nawet 6,0 cm długości.

Gąsienice rolnic bezpośrednio po wylęgu mają około 1,0 mm długości, ale w wyniku żerowania wielokrotnie zwiększają powierzchnię i masę ciała. Posiadają trzy pary odnóży tułowiowych oraz 5 par odwłokowych. Zaniepokojone zwijają się spiralnie. Na oliwkowo-szarym, połyskującym ciele starszych stadiów widoczne są czarne punkty lub ciemne smugi. Poprawna identyfikacja poszczególnych gatunków gąsienic rolnic oraz motyli jest utrudniona z powodu występującej dużej zmienności ubarwienia nawet w obrębie jednego gatunku.

Monitoring

Pierwszym, niezbędnym elementem w podjęciu decyzji o potrzebie wykonania zabiegu ochronnego są systematyczne lustracje pola. Mają one na celu stwierdzenie obecności chorób, szkodników i chwastów, określenie ich fazy rozwojowej oraz nasilenia ich występowania. Dokonując oceny zagrożenia, można skorzystać z dostępnych metodyk integrowanej ochrony roślin, atlasów oraz poradników. W miarę możliwości należy posilkować się różnymi metodami i narzędziami wspomagającymi podjęcie decyzji o zabiegu ochronnym. W przypadku szkodników można do tego celu wykorzystać chociażby żółte naczynia, czerpak entomologiczny, tablice lepowe, pułapki feromonowe, pułapki epigeiczne etc. Wszystkie wątpliwości co do trafności rozpoznania zagrożenia należy konsultować z doradcą rolnym lub ośrodkiem naukowym.

Fenologia szkodników buraka cukrowego

Pomocne w rozpoznawaniu zagrożenia są obserwacje faz rozwojowych roślin wskaźnikowych, ponieważ często zbiegają się w czasie z konkretnymi stadiami rozwojowymi szkodników. Przyczyną jest potrzebna do ich rozwoju konkretna ilość ciepła, nazywana sumą temperatur efektywnych, stąd zbieżność występowania pewnych zjawisk, na przykład kwitnienie lilaka pospolitego i wylot imagines stonki ziemniaczanej.



PRZYKŁAD

W przypadku buraka cukrowego ważne terminy to:

- kwitnienie jabłoni – wylot much śmietek,
- kwitnienie tarniny – wylęganie larw mszycy burakowej,
- pełnia kwitnienia trzmieliny – przelot uskrzydłonej mszycy burakowej na rośliny uprawne,
- początek kwitnienia derenia świdy – początek wylotu motyli rolnicy zbożówki.

Należy jednak pamiętać, że mają one jedynie charakter orientacyjny.

Sygnalizacja

Wychodząc naprzeciw potrzebom plantatorów, tworzy się bazy sygnalizacyjne chorób i szkodników, które informują o zagrożeniach z ich strony. Systemy doradcze mają na celu wsparcie plantatora w podjęciu decyzji o konieczności wykonania zabiegu ochrony roślin w optymalnym terminie.

Należy jednak pamiętać, że sygnalizacja jest tylko elementem doradczym i absolutnie nie wyznacza terminu zabiegu dla konkretnego pola. Dopiero przekroczenie progu ekonomicznej szkodliwości obliuguje do przeprowadzenia zabiegu.

Korzystając z platform sygnalizacyjnych, należy brać pod uwagę informacje z punktów raportujących zlokalizowanych najbliżej plantacji. Dane dotyczące chorób i szkodników buraka cukrowego są dostępne m.in. na stronie: <https://www.sygnalizacja.agrofagi.com.pl/>

Progi szkodliwości

Próg szkodliwości to kryterium ekonomiczne, które odnosi się indywidualnie do każdego agrofaga i wskazuje, powyżej jakiego nasilenia występowania chwastu/choroby/szkodnika wykonanie zabiegu jest ekonomicznie uzasadnione (zyski przewyższają koszty zabiegu).

Strategie antyodpornościowe

Odporność owadów stanowi element ewolucyjnych przemian adaptacyjnych, zapewniających przeżycie w zmiennych warunkach środowiskowych. Jest zjawiskiem powszechnym i naturalnym. Pojawienie się i stosowanie na szeroką skalę chemicznych środków ochrony roślin przyspieszyło selekcję u zwalczanych gatunków i przystosowywanie się konkretnej populacji agrofaga do przetrwania zabiegów ochrony roślin, które wcześniej zapewniały efektywne zwalczanie tej populacji.

Z punktu widzenia człowieka jest to niekorzystne zjawisko, zarówno w kontekście środowiskowym jak i ekonomicznym. Rodzi błędne koło, ponieważ wymusza intensyfikację zabiegów chemicznych, co z kolei stymuluje nasilenie się odporności. W rezultacie do środowiska dostaje się więcej substancji chemicznych przyczyniających się do jego skażenia.

Skutecznym działaniem ograniczającym ryzyko powstawania odporności chwastów, szkodników i patogenów na środki ochrony roślin jest wdrożenie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, polegającej na wykorzystaniu w pierwszej kolejności wszystkich dostępnych metod niechemicznych –

fizycznych, biologicznych i agrotechnicznych. Metodę chemiczną należy traktować jako ostateczność, a liczba i ilość stosowanych preparatów powinna być ograniczona do niezbędnego minimum.

ZAPAMIĘTAJ

Przeciwdziałanie zjawisku uodparniania się szkodników, chwastów i patogenów na substancje czynne pestycydów jest jednym z najpoważniejszych wyzwań współczesnej ochrony roślin. Zjawiska odporności nie można wyeliminować, jedynie kontrolować i minimalizować jego negatywne skutki.

Zasady przeciwdziałania odporności owadów:

- monitorować poziom wrażliwości owadów na środki ochrony roślin, a w przypadku zauważenia wystąpienia odporności jakiegokolwiek gatunku powiadomić pracowników Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa w celu określenia zakresu zjawiska i opracowania strategii przeciwdziałania;
- w miarę możliwości na tej samej uprawie stosować rotację substancji czynnych (o ile to możliwe stosować określoną substancję czynną tylko raz w sezonie), ale przede wszystkim rotację grup chemicznych o różnych mechanizmach działania;
- do przeprowadzenia zabiegu wybierać substancje czynne o najwyższej skuteczności w stosunku do zwalczanego gatunku owada, a substancje o słabszej skuteczności stosować w przypadku nieznacznego przekroczenia przez populację owada progu ekonomicznej szkodliwości;
- jeśli po pierwszym zabiegu konieczne jest przeprowadzenie kolejnego, a możliwości wyboru substancji czynnej są ograniczone, lepiej użyć mniej skuteczną substancję czynną z innej grupy chemicznej przemiennej z bardziej skuteczną, niż dwa razy zastosować tę samą, silniej działającą;
- do zwalczania owadów nie stosować mieszanin substancji czynnych insektycydów, gdyż w sytuacji konieczności powtórzenia zabiegu zostaje ograniczona możliwość rotacji substancji o różnych mechanizmach działania, będąca podstawową zasadą strategii zapobiegania odporności;

Tabela 15. Progi szkodliwości najważniejszych szkodników buraka cukrowego

Szkodnik	Próg szkodliwości
Błyszczki	5–8 gąsienic na 1 m ² lub 25% roślin z objawami żerowania
Drutowce	5–8 osobników na 1 m ²
Mątwik burakowy	Obecność 500 żywych jaj i larw w 100 g gleby jest wartością progową, powyżej której można spodziewać się odczuwalnych strat w plonach
Mszyce	15% zasiedlonych roślin, a w celu ochrony przed chorobami wirusowymi pojawienie pierwszych form uskrzydłych
Pchełka burakowa	Do fazy dwóch par liści 5–10 chrząszczy na 1 m ²
Pędraki	5–6 pędraków na 1 m ²
Przędziorek chmielowiec	Brak danych
Rolnice	Obecność 6 gąsienic pierwszego/drugiego stadium rozwojowego (L1 lub L2)/1 m ² plantacji
Szarek komośnik	1 chrząszcz na 10 m ² plantacji
Śmietka burakowa	– 4 jaja lub miny na 1 roślinę w fazie 2 liści (BBCH 12) – 8 jaj lub min na 1 roślinę w fazie 4 liści (BBCH 14) – 20 jaj lub min na 1 roślinę w fazie 6 liści (BBCH 16)
Skośnik buraczak	Brak danych
Zwójki	Brak danych

autor: Agnieszka Ulatowska

- preparaty stosować w dawkach zalecanych, zgodnie z etykietą. Zbyt niskie dawki (subletalne) szybko selekcionują populację o średnim stopniu odporności, natomiast zbyt wysokie powodują wykształcenie odporności o stopniu bardzo silnym;
- ograniczyć stosowanie środka, na który gatunek owada uodpornił się w danym rejonie, najlepiej bezwzględnie zrezygnować ze stosowania danej substancji czynnej, a w miarę możliwości również unikać innych środków o podobnym mechanizmie działania aż do momentu ponownego wystąpienia odpowiedniej wrażliwości;
- przestrzegać zasad integrowanej ochrony roślin, stosować metody biologiczne i agrotechniczne, ograniczając używanie środków chemicznych do niezbędnego minimum.

Fot. J. Piszczek



Fot. 21. Pchełka burakowa

Fot. J. Piszczek



Fot. 22. Szarek komośnik

Fot. J. Piszczek



Fot. 23. Muchówka śmietki burakowej na młodej roślinie buraka cukrowego

Fot. P. Skonieczek



Fot. 24. Mszyca trzmielinowo-burakowa jako pierwsze zasiedla liście sercowe buraka

Fot. D. Zawada



Fot. 25. Przędziorek chmielowiec – silnie zapiaszczone liście są sygnałem ostrzegawczym

Fot. Z. Klukowski



Fot. 26. Gąsienica skońka buraczaka uszkadzająca liście sercowe

Fot. A. Ulatowska



Fot. 27. Gąsienica zwójki

Fot. M. Nowakowski



Fot. 28. Korzeń buraka cukrowego silnie zasiedlony przez mątwika burakowego

Fot. Z. Klukowski



Fot. 29. Siewka uszkodzona przez drutowce

Fot. P. Strażyński



Fot. 30. Gąsienica rolnicy

■ Stosowanie środków ochrony roślin

Celem ochrony chemicznej jest zabezpieczenie potencjalnych plonów przed stratami wywołanymi żerem szkodników oraz występowaniem chorób i chwastów. Wysokość strat w plonie buraka zależy od nasilenia ich występowania na plantacji oraz warunków sprzyjających ich rozwojowi, do których zaliczamy głównie warunki meteorologiczne.

Zalecenia ogólne do stosowania środków ochrony roślin

Nieprzestrzeganie zasad dotyczących właściwej ochrony chemicznej grozi skutkami zdrowotnymi, ekologicznymi, ekonomicznymi, prawnymi oraz karnymi. Negatywnie oddziałuje na zdrowie (i życie) ludzi oraz środowisko naturalne. Grozi obniżoną skutecznością działania preparatów, a więc i stratami ekonomicznymi. Dlatego też:

- zabiegi chemicznej ochrony roślin mogą być wykonywane jedynie przez osoby przeszkolone, posiadające aktualne zaświadczenie w tym zakresie, z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy;
- do zwalczania agrofagów przeznaczone są jedynie środki ochrony roślin zarejestrowane przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Ich rejestr jest dostępny na stronie <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rejestr-rodkow-ochrony-roslin>;
- środki ochrony roślin należy nabywać z legalnych źródeł od licencjonowanych sprzedawców;
- należy bezwzględnie przestrzegać wymagań określonych w przepisach prawa oraz etykietach stosowania konkretnych preparatów;
- chemiczne środki ochrony roślin należy stosować tylko wówczas, gdy zostaje przekroczony próg ekonomicznej szkodliwości danego agrofaga, a decyzję o ich zastosowaniu podejmuje się w oparciu o bezpośrednią lustrację pola, na którym planuje się przeprowadzić zabieg;
- doboru środka ochrony roślin oraz optymalnej dawki należy dokonać w oparciu o rozpoznanie zagrożenia (monitoring bezpośredni plantacji lub przy użyciu odpowiednich narzędzi);
- substancje czynne pestycydów należy stosować naprzemiennie, by uniknąć uodparniania się agrofagów;
- środki ochrony roślin należy aplikować z najwyższą precyzją, jedynie na powierzchnię, która jest przeznaczona pod daną uprawę, oraz wyłącznie na rośliny zagrożone przez agrofagi. W sprzyjających okolicznościach zabieg można zawęzić do pasów przybrzeżnych;
- wyższe dawki środków ochrony roślin z zalecanego przedziału należy stosować na rośliny silniej porażone przez choroby, silniej zaatakowane przez szkodniki lub na chwasty w późniejszej fazie wzrostu;
- do przygotowania cieczy roboczej stosować ilość wody zalecaną w etykiecie. W okresie wyższych temperatur należy stosować maksymalną ilość wody zalecaną dla danego preparatu i agrofaga;
- ciecz robocza powinna być przygotowywana bezpośrednio przed zabiegiem, gdyż jej przetrzymywanie w zbiorniku może powodować wytrącenie się poszczególnych składników lub powstawanie innych związków fitotoksycznych dla roślin;
- w przypadku stosowania mieszanin należy trzymać się kolejności dodawania poszczególnych składników;

- należy dostosować typ rozpylaczy i wielkość wytwarzanych przez nie kropel do rodzaju oprysku. Informacje o wydatku cieczy uzyskiwanej przez poszczególne typy rozpylaczy przy określonym ciśnieniu roboczym podawane są w katalogach firm produkujących rozpylacze;
- zabieg opryskiwania roślin należy prowadzić w warunkach optymalnych, w celu uzyskania jak najlepszej skuteczności. Należy się wstrzymać z zabiegiem, gdy:
 - występuje silne nasłonecznienie, ponieważ może dojść do uszkodzenia roślin,
 - rośliny są pozbawione turgoru, ponieważ nie będą w stanie pobrać odpowiedniej dawki substancji czynnej,
 - rośliny są wilgotne (rosa, deszcz),
 - prognozowany jest opad atmosferyczny lub przymrozki,
 - prędkość wiatru przekracza 4,0 m/s,
 - wilgotność powietrza spadła poniżej 50%,
 - temperatura powietrza wykracza poza optymalną wartość przewidzianą dla danego środka ochrony roślin,
- podczas zabiegu należy utrzymywać stałą prędkość przejazdu opryskiwacza oraz ciśnienie, które zapewnią zastosowanie właściwej dawki cieczy użytkowej na hektar;
- do sporządzania cieczy roboczej używać wody odpowiedniej jakości (nie twardej i o zbyt niskiej temperaturze);
- stosować adiuwanty poprawiające zwilżalność i przyczepność środków ochrony roślin zawsze w sytuacji w której doradza to producent preparatu (na rośliny o szczególnie gładkiej powierzchni liści lub łądyg albo pokryte nalotem woskowym);
- do przygotowania cieczy roboczej nie można stosować mniejszej objętości wody niż zalecana w etykiecie, a w okresie wyższych temperatur należy stosować maksymalną ilość wody zalecaną dla danego preparatu i agrofaga;
- do przygotowania cieczy roboczej nie można stosować wyższych dawek niż wymienione w etykiecie. Stosowanie niższych jest dopuszczalne, ale na własną odpowiedzialność;
- niewykorzystanej cieczy użytkowej nie wolno pozostawiać w opryskiwaczu.

Podział środków ochrony roślin

Środki ochrony roślin to pojedyncze substancje lub mieszaniny, posiadające zdolność hamowania rozwoju agrofagów, ich odstraszania oraz niszczenia. Podział chemicznych środków ochrony roślin najczęściej bazuje na organizmach zwalczanych przy ich pomocy lub mechanizmie działania:

1. **Zoocydy** – działają toksycznie na zwierzęta; wyróżnia się m.in.:
 - a) insektycydy – owadobójcze,
 - b) akarycydy – roztoczobójcze,
 - c) nematocydy – nicieniobójcze,
 - d) rodentocydy – gryzoniobójcze,
 - e) moluskocydy – ślimakobójcze,
2. **Bakteriocydy** – preparaty bakteriobójcze
3. **Fungicydy** – preparaty grzybobójcze, w zależności od fazy rozwojowej patogena dzielimy na:
 - a) zapobiegawcze
 - b) interwencyjne
 - c) wyniszczające
4. **Herbicydy** – stosowane do zwalczania chwastów, dzielimy na:
 - a) doglebowe
 - b) nalistne
 - c) nalistno-doglebowe

5. **Regulatory wzrostu** – substancje chemiczne wpływające na fizjologiczne i biochemiczne procesy zachodzące w roślinach. Mogą wpływać na wzrost roślin, rozwój korzeni, łodyg czy liści oraz rozwój owoców i nasion.
6. **Adiuwanty** – preparaty pomocnicze dodawane do cieczy opryskowej w celu poprawy właściwości użytkowych. Są szczególnie przydatne, gdy rośliny posiadają woskową powierzchnię, która utrudnia przenikanie ś.o.r. w miejscu docelowego działania.
7. **Repelenty** – stosuje się do odstraszenia wybranych gatunków zwierząt. To najczęściej różne substancje chemiczne, ale też dźwięki i przeszkody fizyczne.

Łączne stosowanie agrochemikaliów

Uzasadnieniem łącznego stosowania agrochemikaliów jest oszczędność czasu, szczególnie w okresie nawarstwienia prac polowych, oraz nakładów i kosztów z tym związanych, ograniczenie zjawiska ugniatania gleby dzięki mniejszej liczbie przejazdów, wykorzystanie sprzyjającej pogody oraz zwiększenie skuteczności i przedłużenie okresu działania niektórych środków ochrony roślin dzięki synergicznemu działaniu.

Należy jednak mieć na uwadze, że łączne stosowanie agrochemikaliów wiąże się z większym ryzykiem uszkodzenia roślin. Nawet mieszaniny wypróbowane wcześniej w praktyce w niekorzystnych warunkach mogą wywołać efekt fitotoksyczny, ze zniszczeniem plantacji włącznie.

Łączenie agrochemikaliów nie jest sprzeczne z prawem, nawet jeżeli nie ma aktualnych badań naukowych potwierdzających skuteczność danych kombinacji (chyba, że etykieta zawiera wyraźny zakaz ze względu na niebezpieczeństwo z tym związane), ale w takim przypadku pełną odpowiedzialność ponosi stosujący mieszaninę. Producent preparatu ponosi odpowiedzialność za jego niewłaściwe działanie tylko wtedy, kiedy był on zastosowany zgodnie z etykietą. W przypadku łącznego stosowania agrochemikaliów, które nie są ujęte w etykiecie, odpowiedzialność spoczywa na stosującym.

Zabieg łącznego stosowania agrochemikaliów można przeprowadzać jedynie, gdy:

- zachodzi kompatybilność wszystkich składników mieszaniny,
- terminy zwalczania chorób, szkodników i chwastów oraz terminy innych zabiegów są zbieżne,
- warunki pogodowe są wyjątkowo sprzyjające, ponieważ łączne stosowanie więcej niż dwóch agrochemikaliów zwiększa możliwość uszkodzenia roślin.

Argumenty na rzecz łącznego stosowania

- lepsza organizacja pracy przy spiętrzaniu zabiegów agrotechnicznych,
- możliwość szybkiego wykonania zabiegów i wykorzystanie sprzyjających warunków pogodowych,
- ograniczenie liczby przejazdów opryskiwacza oraz strat spowodowanych ugniataniem gleby oraz roślin,
- wdrażanie oszczędności,
- możliwość jednoczesnego zwalczania kilku agrofagów oraz dokarmiania roślin, pod warunkiem zbieżności terminów,
- możliwość wystąpienia efektów synergistycznych powodujących polepszenie skuteczności zabiegu.

Niebezpieczeństwa łącznego stosowania:

- pogorszenie skuteczności działania,
- straty finansowe spowodowane uszkodzeniem roślin,

- problemy techniczne związane z zatykaniem rozpylaczy oraz późniejszym doczyszczeniem sprzętu wynikające z:
 - niezgodności chemicznej składników,
 - niezgodności fizykochemicznej,
 - przyczyn zewnętrznych (twardości wody, jej niewłaściwej temperatury oraz niepoprawnej kolejności łączenia preparatów).

Sprzęt

Opryskiwacze ciągnikowe i samobieżne polowe podlegają okresowym badaniom stanu technicznego przez upoważnione jednostki, a dowodem przeprowadzonych badań jest zaświadczenie potwierdzające ich sprawność techniczną, które musi być przechowywane przez właściciela sprzętu. Sprzęt powinien być sprawny technicznie, czysty i bez pozostałości innych środków ochrony roślin.

Przed zabiegiem opryskiwania należy:

- ustalić parametry pracy opryskiwacza (prędkość jazdy, ciśnienie robocze, etc.);
- wysokość położenia belki zmodyfikować w zależności od rodzaju zamontowanych na niej rozpylaczy;
- po wyregulowaniu parametrów pracy opryskiwacza dokonać próby opryskiwacza w celu sprawdzenia poprawności ustawień.

Po zakończeniu każdego zabiegu trzeba:

- usunąć resztki cieczy użytkowej ze zbiornika opryskiwacza,
- przepłukać go czystą wodą (uruchamiając urządzenie początkowo bez rozpylaczy, a następnie po ich zamontowaniu) oraz umyć opryskiwacz odpowiednimi preparatami (szczególnie po zakończeniu zabiegów jedną grupą środków),
- wszystkie czynności związane z myciem opryskiwacza wykonywać na specjalnie wyznaczonym do tego celu stanowisku, z dala od ujęć wody pitnej, studzienek kanalizacyjnych i terenu, na którym mogą przebywać zwierzęta.

W okresie zimowym elementy opryskiwaczy wskazane przez producenta w instrukcji opryskiwacza należy starannie zakonserwować.

Higiena osobista i środki ostrożności

- podczas pracy z pestycydami przestrzegać przepisów BHP, używać odzieży i sprzętu ochronnego oraz powstrzymać się od spożywania płynów, posiłków oraz palenia tytoniu,
- po zakończeniu pracy ze środkami ochrony roślin umyć dokładnie szczególnie te części ciała, które były narażone na kontakt z preparatami,
- preparaty przechowywać w oryginalnych, zamkniętych opakowaniach, w odpowiedniej temperaturze, zaopatrzonych w etykiety – instrukcje stosowania w pomieszczeniach do tego celu przystosowanych i zabezpieczonych przed dostępem osób nieuprawnionych, oddalonych od miejsc przechowywania żywności i pasz oraz ujęć wody pitnej. Należy je oznaczyć w widoczny sposób, umieścić dobrze widoczne znaki ostrzegawcze: „Środki ochrony roślin”, „Zakaz używania ognia”,
- pomieszczenia do przechowywania środków ochrony roślin muszą być suche, wentylowane, ognioodporne, z cementowaną podłogą oraz posiadać dostęp do bieżącej wody i mydła,
- wewnątrz pomieszczenia należy umieścić gaśnicę przeznaczoną do gaszenia chemikaliów oraz apteczkę pierwszej pomocy,
- przy przelewaniu lub przesypaniu środków ochrony roślin nie dopuścić do ich rozsypania czy rozlania na skórę i odzież, a jeśli to nastąpiło zabezpieczyć skażone miejsce i przedmioty zgodnie z informacjami zawartymi w etykiecie,

- do otwierania opakowań papierowych używać nożyczek lub ostrego noża,
- trzymać opakowania poniżej oczu, ustawić się od strony nawietrznej, aby wiatr nie zniósł środka na ciało,
- nie zasysać środka z pojemnika ustami,
- w przypadku podejrzenia o zatrucie środkiem ochrony roślin należy skontaktować się z najbliższym ośrodkiem toksykologicznym lub lekarzem, zabierając ze sobą etykietę – instrukcję stosowania środka lub opakowanie,
- po zakończeniu zabiegu odzież ochronną należy wyprać, a nasyconą koncentratem środka ochrony roślin należy utylizować zgodnie z przepisami.

Postępowanie z opakowaniami po środkach ochrony roślin

Producent środków ochrony roślin zobowiązany jest do załączenia instrukcji postępowania z opakowaniem po zużytych pestycydzie. Jest ona dołączona do etykiety.

Należy bezwzględnie przestrzegać przepisów dotyczących sposobu postępowania z opróżnionymi opakowaniami po środkach ochrony roślin. Wykorzystywanie pustych opakowań do innych celów oraz traktowanie ich jako surowce wtórne jest zabronione.

Zgodnie z etykietami opakowania papierowe (nietrwałe) należy zwrócić sprzedawcy bez płukania. Opróżnione opakowania trwałe należy trzykrotnie przepłukać wodą, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza z rozrobionym preparatem. Potraktowane w ten sposób opakowania należy zwrócić sprzedawcy, od którego nabyliśmy preparaty.

Ewidencja zabiegów

Posiadacz gruntów lub obiektów, gdzie przez użytkownika profesjonalnego wykonywane są zabiegi z zastosowaniem środków ochrony roślin, jest zobowiązany do przechowywania dokumentacji dotyczącej tychże zabiegów przez okres 3 lat.

Powinna ona zawierać:

- nazwisko wykonującego zabieg,
- nazwę rośliny,
- nazwę zwalczanego agrofaga,
- oznaczenie pola i powierzchnię, na której wykonano zabieg,
- datę i godzinę jego wykonania,
- listę zastosowanych preparatów oraz ich dawki,
- ilość wody użytej na 1 ha,
- typ aparatury,
- warunki atmosferyczne w czasie zabiegu.

Ewidencja i okres przechowywania zapisów (karta pola) muszą być prowadzone zgodnie z wymaganiami prawa i Producenta Cukru.

Zbieramy

Technologia zbioru buraków cukrowych jest zdominowana przez kombajny samojezdne. Zbiór buraków kombajnami przyczepianymi ma lokalne znaczenie. Jednak eksploatacja maszyn ciągnikowych może być trudna podczas zbioru buraków w okresie nadmiernych opadów deszczu.

Podstawowymi maszynami do zbioru buraków cukrowych są 6-rzędowe kombajny z dwu- lub trzy-osiowym układem jezdny z zbiornikami o pojemności od około 30 do 45 m³.

O upowszechnianiu się kombajnów samojezdnych decyduje kilka czynników, z których najważniejsze to:

- łatwa organizacja pracy,
- ograniczenie ugniatania gleby,
- duża wydajność zbioru oraz wysoka jakość zebranego plonu.

W kombajnie samojezdnym jest możliwość zastosowania zaawansowanych technicznie układów ogławiających, aktywnych wyorywaczy, rozbudowanych układów czyszczących oraz automatycznych i półautonomicznych układów sterująco-kontrolnych, co poprawia jakość ogławiania, zmniejsza straty i uszkodzenia korzeni oraz zmniejsza zanieczyszczenia plonu. Umieszczenie zespołu ogławiająco-wyorywającego przed przednią osią kombajnu umożliwia zastosowanie w układzie jezdny szerokich opon niskociśnieniowych. Koła te poruszają się po powierzchni pola, z której zebrano już korzenie.

ZAPAMIĘTAJ

Postęp techniczny w kombajnach do zbioru buraków cukrowych jest uwarunkowany dążeniem do zebrania możliwie całego plonu korzeni, przy jednoczesnym zmniejszeniu uszkodzeń mechanicznych, co w dalszej kolejności sprzyja dłuższemu składowaniu korzeni w przyrmach.

Ważnym celem wprowadzanych zmian jest zwiększenie wydajności i obniżenie jednostkowych kosztów eksploatacji maszyn. **Dużego znaczenia, podobnie jak to ma miejsce w całym sektorze techniki rolniczej, nabiera cyfryzacja. Procesy robocze maszyn są w coraz większym stopniu wspierane przez algorytmy korzystające z danych zebranych przez czujniki.** W centrum uwagi producentów znajduje się również komfort pracy operatora.

Termin zbioru buraków

Początek zbioru buraków cukrowych jest ustalany w zależności od rozpoczęcia ich przerobu przez cukrownie. Zbiega się on na ogół z osiągnięciem przez rośliny stanu fizjologicznego, w którym plon i jakość przetwórcza korzeni są najlepsze, co oznacza osiągnięcie dobrych cech jakościowych, określanych jako **dojrzałość korzeni** albo **dojrzałość techniczna**.

ZAPAMIĘTAJ

Dojrzałość korzeni, dojrzałość techniczna – stan przejawiający się zwiotczeniem i utratą jędrności liści, które zaczynają jaśnieć, matowieć i żółknąć od dołu. Procesy wzrostu są zahamowane, nie przybywa liści i nie wzrasta plon korzeni. Zawartość cukru osiąga wartości charakterystyczne dla danej odmiany, a zawartość związków utrudniających przerób technologiczny jest niska.

ZAPAMIĘTAJ

Dojrzałość techniczną buraki osiągną **po 170–180 dniach wegetacji** i przypada to po ok. 10 października. Skrócenie okresu wegetacji poniżej 160 dni prowadzi do strat wynikających z niewykorzystania przez rośliny warunków klimatyczno-glebowych.

Za wcześniejszym rozpoczęciem zbioru przemawiają czynniki wynikające z organizacji pracy cukrowni, stosowanych maszyn i warunków klimatycznych występujących w okresie zbioru buraków. Są one uwarunkowane:

- możliwościami przerobowymi cukrowni, które dla uniknięcia strat w okresie mrozów i odwilży muszą rozpoczynać przerób korzeni we wrześniu, płacąc plantatorom ekwiwalent za zmniejszony plon;
- koniecznością zakończenia zbioru przed okresem slot i dużym uwilgoceniem gleby, które powodują trudności w zbiorze, straty plonu i trudności w oczyszczeniu korzeni z ziemi;
- koniecznością pełnego wykorzystania potencjału specjalistycznych maszyn do zbioru, tak aby utrzymać koszt zbioru na ekonomicznie uzasadnionym poziomie;
- jednostkowym naciskiem na podłoże stosowanych maszyn – im jest on niższy, tym dłuższy może być okres ich wykorzystania, a im wyższy – tym większe możliwości grzęźnięcia w nawilgoconej glebie i trudniejsza eksploatacja maszyn późną jesienią.

Za późniejszym rozpoczęciem zbioru przemawiają codzienne przyrosty masy korzeni, które w okresie od 15 września do 15 października wynoszą średnio co najmniej 150 kg/ha. Towarzyszy temu także wzrost zawartości cukru w korzeniach, szczególnie dynamiczny w miesiącu październiku. W okresie między połową września a końcem października zwiększa się również trzykrotnie odporność korzeni na uszkodzenia mechaniczne oraz wzrasta biologiczna odporność na procesy gnilne.

■ Wymagania agrotechniczne

Zbiór buraków składa się z dwóch etapów: ogłownienia (lub usunięcia liści) i wyciągnięcia korzeni z gleby. Liście obcina się z epikotyłem, czyli tzw. główką. Wysokość obcięcia liści jest bardzo ważnym wskaźnikiem prawidłowego ogłownienia buraka, bowiem decyduje o plonie korzeni i cukru.

Na podstawie normy dla korzeni buraków cukrowych przeznaczonych do przemysłowego przerobu na cukier (PN-R-74458:1999) przyjmuje się następujące określenia:

- korzeń właściwy – to korzeń główny wraz z główką i szyjką korzenia, z korzonkami bocznymi i dolną częścią korzenia;
- główka korzenia (epikotyl) buraka cukrowego – górna część korzenia, na której wyrastają liście;
- szyjka korzenia (hypokotyl) buraka cukrowego – część korzenia, ze zmianami po obumarłych liściach;
- korzenie ogłownione – korzenie właściwe bez główki, obciętej poziomo na wysokości szyjki korzeniowej;
- korzenie za wysoko ogłownione – korzenie obcięte powyżej szyjki korzeniowej;
- korzenie nieogłownione – korzenie właściwe, z ogonkami liściowymi;
- korzenie ogłownione skośnie – o płaszczyźnie cięcia nachylonej więcej niż 30° do osi korzenia i której nie mniej niż 1/3 przechodzi przez główkę korzenia;

– przemysłowy korzeń buraka cukrowego – korzeń ogłowiony, przeznaczony do produkcji cukru.

Wymagania w zakresie jakości buraków cukrowych dostarczanych do cukrowni są szczegółowo zapisane w umowie kontraktacyjnej i instrukcji odbioru korzeni.

ZAPAMIĘTAJ

Korzenie buraków należy dostarczyć do cukrowni ogłowione, zdrowe, czyste bez większych uszkodzeń mechanicznych, o naturalnym, właściwym dla buraka cukrowego zabarwieniu, nie zwiędnięte lub zdrewniałe, mogą być zmarznęte, lecz nie odtajane, o masie nie mniejszej niż 0,1 kg.

Za niedopuszczalne uznaje się dostarczanie korzeni porośniętych, silnie zwiędniętych, odtajanych po zmarznięciu i zgniłych.



PRZYKŁAD

W dostawie do cukrowni zawartość korzeni częściowo zwiędniętych i chorych, których powierzchnia części nadpsutej nie przekracza 1/5 korzenia, może wynosić do 2%.

Dopuszczalne zanieczyszczenia organiczne, czyli liście buraka lub ich części, główki korzeni, korzonki boczne i dolne części korzenia o średnicy mniejszej niż 1 cm, korzenie o masie mniejszej niż 0,1 kg, korzenie pośpiechów, burakochwasty oraz inne gatunki roślin nie mogą stanowić więcej niż 4% plonu. Zanieczyszczenia mineralne składnikami gleby nie mogą wynosić więcej niż 10%. Niedopuszczalne są inne zanieczyszczenia, np. kamienie, części metalowe, tworzywa sztuczne, mogące uszkodzić urządzenia techniczne cukrowni lub pogorszyć jakość przemysłową surowca.

Ustalenie procentowego udziału zanieczyszczeń polega na określeniu różnicy masy próbki buraków zanieczyszczonych i buraków czystych. Masa próbki korzeni powinna być nie mniejsza niż 20 kg. Próbkę pobiera się ręcznie lub mechanicznie.



PRZYKŁAD

Z buraków za wysoko ogłowionych należy obciąć główki poziomo, bezpośrednio pod nasadą liści. Następnie trzeba odciąć korzonki boczne i korzeń główny do średnicy 1 cm oraz oddzielić pozostałe zanieczyszczenia organiczne i mineralne (metodą suchą lub moką). Oczyszczone buraki należy zważyć z dokładnością do 0,01 kg i obliczyć procentowy udział zanieczyszczeń.

Uzyskanie dla przemysłu cukrowniczego surowca spełniającego wymagania normy PN-R-74458:1999 zależy od jakości pracy maszyn do zbioru buraków cukrowych. Ocena pracy maszyn stosowanych do zbioru buraków cukrowych jest przeprowadzana na podstawie określenia tzw. **zewewnętrznej jakości zebranego plonu**, czyli jakości ogłowienia, uszkodzeń korzeni, zanieczyszczeń mineralnych i organicznych oraz strat plonu w czasie zbioru.

Wymagania dotyczące jakości pracy maszyn według normy PN-91-R-55023 (1991) są następujące:

- buraki wysoko ogłowione i nieogłowione do 3%,
- korzenie niewykopane do 1%,
- straty masy spowodowane zbyt niskim ogłowieniem do 3%,
- korzenie z ciężkimi uszkodzeniami do 12%,
- korzenie z lekkimi uszkodzeniami do 20%.

Straty plonu przy zbiorze buraków cukrowych

Przy zbiorze korzeni występują **ilościowe i jakościowe straty plonu**.

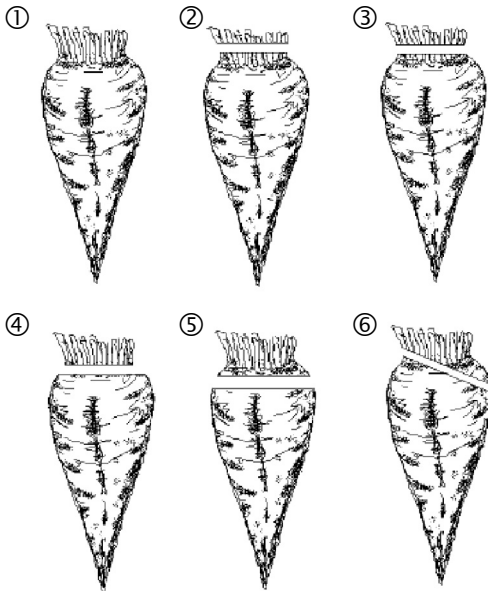
Do strat ilościowych zalicza się straty wskutek zbyt niskiego ogławiania lub spowodowane pozostawieniem części korzeni na polu wskutek niedokładnego wyciągania, odłamywania końców i gubienia korzeni przez maszyny.

Do strat jakościowych i ilościowych zalicza się straty spowodowane parowaniem i wysychaniem korzeni oraz zmniejszeniem zawartości cukru, wskutek pozostawienia wykopanych korzeni w pryzmach.

ZAPAMIĘTAJ

Za prawidłowo ogłowione uważa się takie buraki, w których główka zostaje odcięta tuż pod nasadą liści, na górnej linii żywych oczek pędowych. Płaszczyzna cięcia musi być pozioma i gładka, a główka nie powinna być poszarpana lub odłupana.

Ocena jakości ogłowienia polega na zakwalifikowaniu korzeni do jednej z sześciu kategorii: burak nieogłowiony z resztkami liści powyżej 2 cm, nieogłowiony z resztkami liści poniżej 2 cm, za wysoko ogłowiony, prawidłowo ogłowiony, za nisko ogłowiony lub ogłowiony skośnie.



Rys. 3. Klasyfikacja jakości ogłowienia korzeni buraka cukrowego według metodyki IIRB: 1 – burak nieogłowiony z resztkami liści o długości powyżej 2 cm, 2 – burak nieogłowiony z resztkami liści krótszymi od 2 cm, 3 – burak za wysoko ogłowiony, 4 – burak prawidłowo ogłowiony, 5 – burak za nisko ogłowiony, 6 – burak ogłowiony skośnie

Źródło: Schulze Lammers i in., 2015

Odcięcie główek powyżej optymalnej płaszczyzny cięcia o 1 cm powoduje wprawdzie zwiększenie masy zbieranych korzeni o 5%, ale utrudnia proces pozyskiwania cukru wskutek konieczności oddzielenia oczek pędowych i nasadowych części ogonków. Ponadto, ponieważ pozostałości części nadziemnej buraka są zaliczane do zanieczyszczeń, plantator otrzymuje mniejszą zapłatę za dostarczone korzenie. Dla rolnika bardzo niekorzystne jest także ogławianie za niskie, czyli poniżej optymalnej płaszczyzny cięcia, ponieważ każdy 1 cm poniżej tej płaszczyzny to średnio 10% strat plonu. Producenci maszyn do zbioru buraków dążą więc do opracowania rozwiązań minimalizujących straty masy korzeni podczas ogławiania.

I Rodzaje i przyczyny strat

Rodzaje i przyczyny strat plonu korzeni powstające podczas ich wyorywania są różnorodne. Spowodowane są one urywaniem końców korzeni, gubieniem korzeni na polu przed ich podaniem na zespoły czyszczące lub niewykopaniem całych korzeni o średnicy powyżej 4 cm.

Przyczyny wymienionych strat mogą być następujące:

- zbyt mała głębokość pracy wyorywaczy i niedostosowanie jej do aktualnego stanu gleby lub osadzenia korzeni w ziemi, zwłaszcza w zagłębieniach nierówności pola,
- wadliwe prowadzenie wyorywacza wzdłuż rzędu,
- zużycie lemieszki wyorywacza,
- odchylenie korzeni od linii rzędu (naturalne lub spowodowane przez koła ciągnika),
- nierównomierne rozmieszczenie korzeni w rzędzie,
- spiętrzenie ziemi i korzeni na wyorywaczu,
- zbyt duży prześwit między lemieszami wyorywacza w stosunku do wymiaru korzeni,
- wadliwe rozwiązanie konstrukcyjne przejścia korzenia z wyorywacza na zespoły czyszczące,
- ograniczona możliwość dostosowania położenia wyorywacza do nierówności terenu,
- nieprzystosowane rozwiązanie konstrukcyjne wyorywacza do pracy z wymaganą prędkością.



PRZYKŁAD

Przyczyną odłamywania końców korzeni jest zbyt małe zagłębienie lemieszki wyorywacza i zbyt duża prędkość robocza, a niekiedy także przewracanie korzeni wskutek nacisku czujnika, szczególnie na mało zwięzłych glebach i przy wysoko wyrosniętych burakach. **Odłamanie korzenia na średnicy 5 cm to ok. 10–11% strat plonu.**

Oprócz wymienionych strat występujących podczas ogławiania i wyorywania korzeni można wskazać jeszcze straty plonu powodowane przez gubienie całych korzeni przy niestarannym prowadzeniu przyczep podczas ich załadunku oraz transportu przeładowanych przyczep.

Do tych strat przyczyniają się także uszkodzenia korzeni. Badania wykazały, że struktura uszkodzeń korzeni jest następująca: w procesie zbioru – 10%, podczas oczyszczania – 30% i załadunku – 60%.



PRZYKŁAD

Duże znaczenie ma wysokość spadku korzeni podczas przeładunku ze zbiornika maszyny na środki transportowe lub ich wyładunku na przemy, bowiem zwiększenie wysokości rozładunku z 1 do 3 m powoduje aż 10-krotny wzrost uszkodzeń korzeni.

Najtrudniejszym wymaganiem do spełnienia jest uzyskanie korzeni zanieczyszczonych ziemią w dopuszczalnych wymaganiach agrotechnicznymi granicach, przy jak najmniejszym ich uszkodzeniu, które może się zwielokrotnić w procesie doczyszczania korzeni.

Oddzielenie ziemi od korzeni jest tym bardziej intensywne na wszystkich etapach obróbki korzeni, im przylegająca do nich ziemia ma mniejszą wilgotność. Dlatego w nowoczesnych technologiach przewiduje się przejściowe składowanie i doczyszczanie korzeni na polu plantatora. Podczas kilkudniowego składowania buraków w przemy ziemia na korzeniach przesyca i w trakcie doczyszczania i załadunku na środki transportowe łatwiej ją oddzielić od korzeni. Metoda ta ma wiele zalet: czystsze korzenie zmniejszają plantatorowi potracenia za zanieczyszczenia, nie traci on z pola wartościowej gleby, a cukrownia ponosi mniejsze koszty na utylizację odpadów.



PRZYKŁAD

Test czterech czyszczarko-ładowarek podczas międzynarodowego pokazu w Seligenstadt w 2006 r. wykazał, że średnie zanieczyszczenie buraków ziemią po doczyszczaniu zmniejszyło się z 14 do 3,1%. Jednocześnie straty korzeni wskutek odłamanych końców korzeni wzrosły z 3,5% do 5,1%.

Straty ilościowe i jakościowe korzeni buraka mogą być bardzo wysokie również wtedy, gdy po zbiorze nie są one odpowiednio przechowywane i zabezpieczone przed mrozem.



ZAPAMIĘTAJ

Przyjmuje się, że podczas dłuższego przechowywania korzeni zawartość cukru obniża się przeciętnie o 0,025% na dobę.

Burak z główką

Zebranie całej masy korzeni, czyli „całego buraka” oznacza pozostawienie na korzeniu główki, ale oczyszczonej z liści oraz odłamanie końca korzenia poniżej średnicy 1 cm. **Według badań masa plonu buraków zebranych kombajnem z ogławianiem w porównaniu do zbioru z „odliścieniem” była o 3,4% mniejsza.**



PRZYKŁAD

Firma Strube na podstawie badań swoich 12 odmian buraków podaje, że średni wzrost plonu cukru z buraków zebranych z główką w porównaniu z burakami ogłowionymi wynosił 3%.

Przyrost plonu cukru zależy od wielkości główki, wysokości wystawiania korzeni i miejsca osadzenia liści na korzeniu.



PRZYKŁAD

Według innych badań, przez zebranie korzeni z główką, przy jednoczesnym ograniczeniu strat wskutek odłamania końców korzeni, **masa plonu** dostarczanego do cukrowni **zwiększa się od 7 do 12%**. Przy dłuższym przechowywaniu korzeni w przymie (od 2 do 7 tygodni) **plon cukru** uzyskany z buraków odliścionych był **o 5–10% większy** od uzyskanego z korzeni ogłowionych. Stwierdzono także, że zewnętrzna jakość korzeni odliścionych jest lepsza niż ogłowionych oraz że z buraków z główką uzyskuje się więcej wysłodków i melasy (o ok. 10%).

Wyniki badań skłaniają producentów kombajnów do stosowania rozwiązań sprzyjających zebraniu całych korzeni. Pozostawienie na korzeniu główki oczyszczonej z liści polega albo na zastąpieniu ogławiania „odliścieniem” korzeni, albo na zastosowaniu mikrodogławiaczy. W pierwszym przypadku przekonstrowanie zespołu ogławiającego kombajnu polega na wyeliminowaniu dogławiacza i zastosowaniu kombinacji bijakowego ścinacza liści oraz bijakowych oczyszczaczy główek korzeni z resztek ogonków liściowych. Natomiast zastosowanie mikrodogławiaczy umożliwia ścięcie ogonków liści tuż przy ich osadzeniu na główce.

Wyorywanie korzeni bez wysokiego urywania ich końców powinno zapewnić zastosowanie aktywnych wyorywaczy, w połączeniu z doбором odpowiedniej do warunków zbioru głębokości ich pracy i pręd-

kości roboczej kombajnu. Z badań wynika, że odłamywania końców korzeni nie sposób całkowicie wyeliminować, ale straty plonu z tej przyczyny można ograniczyć do 2–3%.

■ Kilka uwag o użytkowaniu kombajnów do zbioru buraków cukrowych

Obserwacje pracy kombajnów wskazują, że ich operatorzy nie przestrzegają niekiedy podstawowych zasad dobrej praktyki rolniczej. Dzieje się tak pomimo opracowanych zaleceń dotyczących użytkowania kombajnów do zbioru buraków cukrowych oraz przeprowadzania przez koncerny cukrowe szkoleń dla operatorów.

Jednak należy podkreślić, że nie cała wina leży po stronie użytkownika kombajnu. Źle zaplanowana plantacja, w szczególności szerokość pasa na nawroty oraz miejsce usytuowania pryzmy, zmuszają operatora kombajnu do wykonywania dodatkowych manewrów lub czynności. Nieprawidłowości w użytkowaniu kombajnów prowadzą do strat plonu oraz pogorszenia jego jakości, co negatywnie wpływa na przechowywanie korzeni w pryzmach.

■ Pas na nawroty

Szerokość pasa uwrocia jest bardzo ważna dla wydajnej pracy kombajnu. Odpowiedniej szerokości pas umożliwia wykonywanie nawrotów przez kombajn w możliwie najkrótszym czasie. Trzeba przy tym pamiętać, że im większa prędkość maszyny podczas nawrotu, tym pas do nawrotu powinien być szerszy. Pozostawienie na polu zbyt wąskiego pasa na nawroty skutkuje zmniejszeniem wydajności kombajnu wskutek większych strat czasu na wykonanie nawrotu w kształcie grzyba, czyli z wycofaniem maszyny.

Producenci kombajnów podają w danych technicznych minimalny promień skrętu maszyny, z reguły jest to promień wewnętrzny, który chociaż może mieć tylko 1,3 m, to dla większości maszyn wynosi ok. 7,5 m. Promień zewnętrzny jest większy o szerokość maszyny (ok. 3 m).



PRZYKŁAD

Droga prawidłowo wykonanego nawrotu składa się z drogi wyjazdu i wjazdu maszyny oraz uwzględnia właściwy jej nawrót. Długość drogi wyjazdu i wjazdu równa się długości maszyny, czyli wynosi od 12 do 15 m. Biorąc pod uwagę te dane, pas uwrocia powinien mieć szerokość od 22 do 25 m. Przekłada się to na 4–5 szerokości siewnika 12-rzędowego.

Niedopuszczalne jest stosowanie praktyki polegającej na poszerzeniu pasa na nawroty. **Jazda w poprzek rzędów oznacza pozostawienie na polu połowy plonu.** Niewykopane buraki w znacznym stopniu są zmiażdżone kołami maszyny. Zebrane korzenie są także w dużym stopniu uszkodzone.

■ Transport korzeni do pryzmy

Korzenie zebrane przez kombajn są składowane w pryzmie usytuowanej w miejscu z możliwością dojazdu wielkogabarytowych środków transportowych. Najczęściej jest to pas uwrocia lub miejsce w pobliżu plantacji. Transport korzeni do pryzmy może wykonywać kombajn, ale z korzyścią dla jego większej wydajności jest zastosowanie środka transportowego. Do tego celu najczęściej wykorzystuje się przyczepy z wywrotem do tyłu (przyczep z bocznym wywrotem nie powinno się stosować). Buraki są składowane wzdłuż osi pryzmy. Zaletą takiego wyładunku jest uniknięcie rozjeżdżania korzeni kołami przyczepy. Wadą natomiast nierówny kształt pryzmy. Dlatego wskazany jest okresowy wyładunek korzeni na pryzmę przez kombajn. Boczny przenośnik wyładowczy kombajnu nadaje pryzmie prawidłowy kształt o naturalnym kącie usypu buraków. Zasadniczo długi boczny przenośnik wyładowczy

powinien eliminować rozjeżdżanie korzeni kołami kombajnu. W rzeczywistości jednak uniknięcie strat korzeni z tego powodu wymaga przy podjeździe do przyzmy wykorzystania jeszcze „psiego chodu”. Tyłne koła maszyny powinny być oddalone od przyzmy.

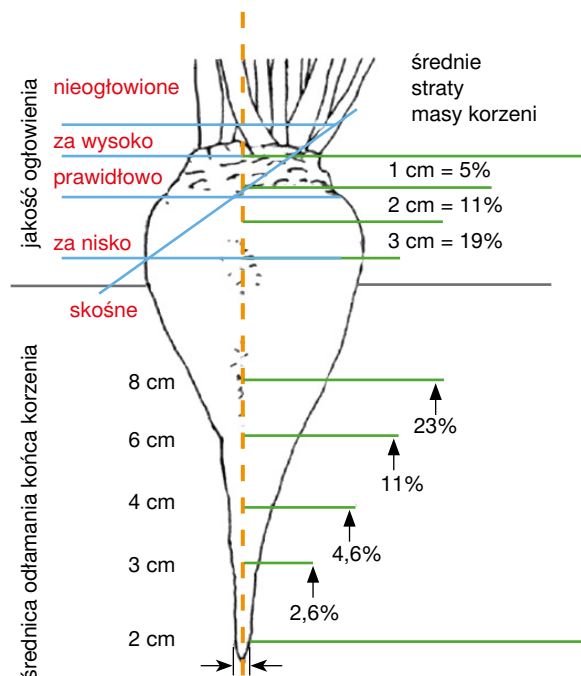
■ Jakość pracy kombajnów

Jakość pracy maszyny do zbioru buraków cukrowych określa się na podstawie czterech wskaźników:

- strat plonu,
- jakości ogłownienia,
- udziału korzeni uszkodzonych,
- udziału zanieczyszczeń.

Nadrzędnym celem musi być zebranie możliwie całego wyprodukowanego plonu korzeni. Mając na uwadze wyniki testów kombajnów do zbioru buraków, straty plonu korzeni nie powinny przekroczyć 3–5%. Powinny to być głównie straty w postaci odłamanych końców korzeni, powstałe na elementach czyszczących kombajnu, względnie odłamane i pozostawione w glebie. W przypadku sprawnego technicznie i prawidłowo wyregulowanego kombajnu na polu nie powinno być całych, zgubionych lub niewykopanych korzeni (poza małymi, o średnicy poniżej 4 cm i masie poniżej 100 g, które nie są zaliczane do strat).

Ważny jest stan techniczny zespołów roboczych kombajnu. Nieprawidłowo nastawiona wysokość bijakowego ścinacza liści oraz niewyregulowane dogławiacze (położenie czujnika, szczelina robo-



Rys. 4. Straty plonu wyrażone w procentach jego masy, w zależności od wysokości ogłownienia i średnicy odłamania końców korzenia.

Źródło: Schmitmann, 2009

cza) mają wpływ na udział korzeni nieogłowionych lub za nisko ogłowionych. Praca z tępyimi nożami dogławiającymi powoduje zwiększenie udziału korzeni nieogłowionych i z obłamaną górną częścią. Wyorywanie korzeni zużytymi lemieszami zwiększa straty podpowierzchniowe. Obłamywaniu końców korzeni sprzyja także zbyt mała głębokość pracy wyorywaczy oraz nadmierna prędkość robocza. Obłamywanie końców korzeni może też następować na prętowych kołach czyszczących kombajnu. Zmniejszenie udziału zanieczyszczeń korzeni ziemią można uzyskać poprzez zmniejszenie głębokości pracy lemieszy, zwiększenie częstotliwości pracy wyorywaczy, zmniejszenie prędkości roboczej oraz zwiększenie intensywności doczyszczania. Ta ostatnia czynność w niektórych kombajnach jest regulowana automatycznie w zależności od obciążenia układu i prędkości roboczej.

■ Stan techniki w zakresie zbioru buraka cukrowego

Trzy firmy dominujące na rynku kombajnów, czyli **Ropa, Holmer i Grimme**, spełniając oczekiwania klientów, oferują maszyny wyposażone w 2- i 3-osiowe układy jezdne oraz związane z tym podobne pojemności zbiornika na korzenie.

Obecnie wszystkie oferowane kombajny są wyposażone w układy czyszczące z prętowymi kołami odsiewającymi. Różnice między maszynami dotyczą jednak rozwiązań w zakresie techniki ogławiania (mikro-dogławiacze lub defoliatory) i wyorywania (wyorywacze z lemieszami polderowymi lub napędzane wyorywacze kołowe), w zakresie systemów asystujących i telematyki.

Przechowujemy

Wydłużenie kampanii cukrowniczych wymusza działania zapobiegające degradacji buraków podczas długiego okresu przechowywania. Okres przerobu buraków kończy się w styczniu. Korzenie do tego czasu są przechowywane w polowych przyzmach. W interesie zarówno rolnika, jak i cukrowni jest ograniczenie strat składowania. Prawidłowe przechowanie korzeni zmniejsza straty masy i cukru oraz ułatwia ich doczyszczanie.

I Przyczyny strat podczas składowania

Straty masy buraków cukrowych i cukru podczas długiego, kilkutygodniowego składowania korzeni w przyzmi są nieuniknione. Można je jednak zminimalizować, znając ich przyczyny.

Z badań wynika, że czynniki mające wpływ na jakość przechowywania korzeni w przyzmi można podzielić na trzy grupy:

1. **Czynniki związane z przebiegiem wegetacji:** choroby liści, choroby korzenia, zaopatrzenie w składniki pokarmowe, odmiana dostosowana do stanowiska, a w mniejszym stopniu obsada.

Znaczenie może mieć także stanowisko, stres suszy lub stres cieplny oraz nadmiar wody podczas wegetacji.

2. **Czynniki związane z pozbiorową jakością korzeni:** uszkodzenia korzeni, jakość ogłownienia, średnica odłamania końca korzenia, zanieczyszczenie ziemią, termin zbioru, warunki zbioru i niska temperatura podczas zbioru.

Uszkodzenie buraków zwiększa straty cukru podczas przechowywania. Szczególnie ważne jest optymalne ogłownienie buraków i mała średnica w miejscu odłamania końca korzenia!

3. **Czynniki związane z przechowywaniem buraków na przyzmi:** lokalizacja przyzmy, okrycie przyzmy, długość okresu składowania, zanieczyszczenia, suma temperatur podczas składowania, mróz i patogeny.

Wymaga to odpowiedniego wyboru miejsca pod przyzmę, odpowiedniego jej uformowania oraz zabezpieczenia zgromadzonych korzeni przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi.

I Ograniczenie strat podczas przechowywania

Buraki do dłuższego przechowywania muszą być zdrowe i możliwie bez uszkodzeń mechanicznych, prawidłowo ogłownione, nieporośnięte, wstępnie oczyszczone z ziemi, pozbawione zanieczyszczeń organicznych (liści i chwastów) i nieprzemrożone.

Zewnętrzna jakość korzeni buraków, obejmująca jakość ogłownienia, uszkodzenia korzeni i zanieczyszczenia, przedkłada się na przydatność korzeni do przerobu na cukier i do długiego składowania. Przy dłuższym składowaniu korzeni przed przerobem duże znaczenie ma ograniczenie ich uszkodzeń podczas zbioru.

Różnego rodzaju skaleczenia tkanki – powstałe np. podczas ogłownienia, po odłamanym końcu korzenia czy skaleczenia na bocznej powierzchni – ułatwiają wnikanie bakterii przyspieszających inwersję cukru i przenikanie grzybów w głębsze warstwy tkanki, tworząc ogniska gnilne, które zagrażają także zdrowym korzeniom.

Do rozwoju **zgnilizn kopcowych** przyczynia się także duże zanieczyszczenie korzeni ziemią, sprzyjające wzrostowi temperatury w przyzmy wskutek utrudnienia wymiany ciepła z otoczeniem.



PRZYKŁAD

Z badań wynika, że podczas składowania uszkodzonych buraków przez 10 dni w temperaturze 15°C stwierdzono straty w wysokości 2,5% plonu, a w przypadku nieuszkodzonych – tylko 0,5%.

W aspekcie możliwości długiego przechowywania w przyzmach korzenie buraka powinny być prawidłowo ogłowione, niezanieczyszczone oraz nieuszkodzone zarówno mechanicznie, jak i przez patogeny.

Straty plonu spowodowane złym przechowywaniem są często niedoceniane. Powstają one w następstwie parowania i oddychania korzeni oraz zależą od masy jednostkowej przyzmy.



PRZYKŁAD

Przy masie około 1,5 t/m długości przyzmy straty plonu spowodowane złym przechowywaniem wynoszą około 1,2% po 5 dniach i około 2,2% po 10 dniach przechowywania.

Buraki cukrowe złożone w przyzmę, oddychając, zużywają także cukier zgromadzony w korzeniach.

ZAPAMIĘTAJ

Optimalnie ogłowione korzenie – najlepiej możliwie wysoko – tracą 100 g cukru/t/dzień, a za nisko ogłowione buraki – 150 g cukru/t/dzień. Straty te jednak rosną wraz z powierzchnią uszkodzeń korzeni, ponieważ w pierwszych dniach po zbiorze cukier jest wykorzystywany do gojenia się ran powstałych po uszkodzeniach. Duża średnica odłamania końca korzenia (podczas zbioru lub wskutek intensywnego doczyszczania) może skutkować stratą 300 g cukru/t/dzień.

W celu ograniczenia uszkodzeń korzeni należy dostosować prędkość roboczą kombajnu do warunków zbioru, w miarę możliwości delikatnie czyścić korzenie, możliwie nisko opuścić przenośnik wyładowczy, aby korzenie staczały się na przyzmę, i unikać rozjeżdżania buraków (należy podejżdżać do przyzmy pod kątem). Nie należy podgarniać buraków ze względu na pękanie korzeni i uszkodzenia.

Termin zbioru powinien uwzględniać datę dostawy buraków do cukrowni. Istotność tego czynnika wynika z tego, że od sumy temperatur efektywnych wynoszącej 270 stopni (zsumowanych średnich wartości dobowych temperatur powyżej 0°C liczonych od dnia uformowania przyzmy) dochodzi do zwiększonych strat oddychania. Uszkodzenia korzeni nie tylko zwiększają straty cukru wskutek gojenia się ran, ale są również bramą dla mikroorganizmów.

ZAPAMIĘTAJ

Aby uniknąć dużych strat cukru okres składowania buraków powinien być taki, aby nie przekraczać sumy temperatur efektywnych wynoszącej 270°C.

Ważne jest także, aby buraki przykryć włókniną jak najszybciej (3–5 dni) po zbiorze, po wyschnięciu i schłodzeniu przyzmy. Ważne jest, aby **ochronić buraki przed mrozem (–3°C)** i intensywnymi

opadami deszczu. Suche korzenie można znacznie dłużej składować, ponieważ zachowują wyższą jakość.

ZAPAMIĘTAJ

Optymalna temperatura przechowywania korzeni buraka wynosi od 2 do 3°C.

Buraki w przyzmy prawidłowo okrytej włókniną będą chronione przed przemarznięciami i opadami atmosferycznymi, mniejsze będą straty w masie korzeni i straty cukru, co w sumie przełoży się na lepszy wynik finansowy uprawy buraków.

Miejsce usytuowania przyzmy

Prawidłowe usytuowanie przyzmy buraczanej wpływa na sprawny załadunek i transport buraków do cukrowni. Przyzma powinna być utworzona na skraju pola, względnie na placu w jego pobliżu, łatwo dostępna, przy utwardzonej drodze dojazdowej, umożliwiającej ruch środkom transportu o znacznym obciążeniu w każdych warunkach atmosferycznych.

Miejsce wyznaczone pod przyzmę musi dysponować wolną przestrzenią od jej czoła o szerokości ok. 15 m, potrzebną na ustawienia czyszczarko-ładowarki.

Między przyzmą a drogą nie powinno być przeszkód utrudniających załadunek buraków, np. drzew (odstęp między drzewami min. 15 m, krzewy maks. 3 m wysokie), słupów telefonicznych i elektrycznych, czy linii energetycznych. Odległość przyzmy od brzegu pola to minimum 1 m, a przy mechanicznym okrywaniu przyzmy od 3 do 4 m.

Uformowanie przyzmy

Podłoże przyzmy powinno być luźne, równe, bez zagłębień i kolein, co pozwoli na dokładne podbieranie korzeni przez czyszczarko-ładowarkę. Należy unikać miejsc zaniżonych, podmokłych. Przyzma w przekroju poprzecznym powinna mieć kształt litery A.

Szerokość podstawy przyzmy powinna być równa szerokości podbieracza czyszczarko-ładowarki pomniejszonej o 1 m.

ZAPAMIĘTAJ

Zalecana wysokość przyzmy wynosi od 2 do 3,5 m, przy czym niższa wysokość jest zalecana przy wyższych temperaturach powietrza, a wyższa, gdy istnieje ryzyko mrozu.

Formowanie i okrycie przyzm należy zakończyć przed nadejściem przymrozków. **Buraki przemrożone nie nadają się do przechowywania, tylko do bezpośredniego przerobu.**

Materiały do okrywania przyzm

Do okrywania przyzm korzeni buraka cukrowego powszechnie stosuje się specjalną agrowłókninę o gramaturze 110 lub 130 g/m². Materiał ten chroni korzenie przed zmarznięciem (do -5°C), przepuszcza powietrze, jest wodoodporny, odporny na zrywanie, nadaje się do mechanicznego okrywania i odkrywania, prawidłowo przechowywany może być użyty od 5 do 7 razy.

Inne materiały do okrywania pryzm – takie jak folia czy sieczka ze słomy – nie są zalecane, ponieważ nie posiadają użytkowych cech włókniny. Folia ewentualnie może być użyta jako dodatkowe okrycie na włókninę przy silnym mrozie. Cechuje ją jednak ograniczona możliwość mechanicznego przykrycia i odkrycia, nie przepuszcza powietrza i koniecznie należy ją zdjąć przy temperaturze powietrza powyżej 0°C.

■ Technika okrywania pryzm

Okrywanie pryzm to zabieg pracochłonny i bez wsparcia techniki trudny do wykonania. Znacznym ułatwieniem jest wykorzystanie techniki okrywania pryzm buraczanych firmy Klünder. Rozwijacz włókniny wymaga ciągnika o mocy od 150 KM i masie przynajmniej 8 ton. Urządzenie jest połączone z ciągnikiem hydraulicznie i sterowane przy pomocy komputera. Na wysięgniku znajduje się ramię, na którym umieszcza się włókninę, a następnie rozwija się nad pryzmą. Okrywanie pryzmy trwa kilka minut. Następnie włókninę wciska się między buraki specjalnym krojem zamontowanym czołowo na tym samym ciągniku, na wysokości około 10–20 cm nad podłożem. Zabezpiecza to okrywę przed kontaktem z wodą, błotem i przymarznięciem do powierzchni gruntu. Rozwijacz może dziennie okryć do 8 000 ton korzeni, a w sezonie może pokryć i odkryć do 150 000 ton buraków.

■ Czyszczarko-ładowarki

Składowanie buraków w pryzmie na polu plantatora sprawia, że ziemia na korzeniach przesycha i podczas doczyszczania i załadunku na środki transportowe, przy zastosowaniu specjalnych czyszczarko-ładowarek, łatwo oddziela się od korzeni. Ponieważ każda czynność mająca na celu oddzielenie ziemi od korzeni może powodować dodatkowe ich uszkodzenia, producenci czyszczarko-ładowarek systematycznie doskonalą ich układy doczyszczające. W czyszczarko-ładowarkach istotny wpływ na skuteczność usuwania zanieczyszczeń wywiera budowa podbieracza i zakres regulacji intensywności czyszczenia, długość drogi czyszczenia korzeni, a także dodatkowe elementy układu czyszczącego, w które można wyposażyć maszynę, aby intensywność czyszczenia korzeni dostosować do stopnia zanieczyszczenia buraków.

Rolnictwo precyzyjne w uprawie buraka cukrowego

Rolnictwo precyzyjne uznaje się za trzecią rewolucję w rozwoju gospodarki rolno-spożywczej. Nie jest to ostatnia rewolucja, ponieważ obecnie szeroko pojęta digitalizacja produkcji rolniczej jest nazywana Rolnictwem 4.0. Rozwinięciem idei z rolnictwa 4.0 jest Rolnictwo 5.0, które kładzie większy nacisk na zrównoważony rozwój oraz rolę człowieka w całym procesie. Cyfryzacja pozwala na precyzyjniejsze i oszczędne zarządzanie produkcją. Jest to możliwe dzięki przetwarzaniu bardzo dużych ilości danych (Big Data) oraz wykorzystaniu Internetu Rzeczy.

Definicja rolnictwa precyzyjnego

Początki rolnictwa precyzyjnego przypadają na lata 80. ubiegłego wieku, ale dopiero rozwój technologii pozycjonowania i nawigacji satelitarnej, w tym udostępnienie w roku 2000 dla potrzeb cywilnych rozwiązań satelitarnych systemu GPS, stało się impulsem do rozwoju tego systemu produkcji. Spowodowało to szersze upowszechnienie się technologii rolnictwa precyzyjnego wśród użytkowników. Definicja rolnictwa precyzyjnego ewoluowała w miarę jak rozwijały się jego technologie.

ZAPAMIĘTAJ

Obecnie przyjmuje się, że **precyzyjne rolnictwo** to strategia zarządzania, w której poszczególne strefy produkcyjne pola traktowane są z różną intensywnością uprawy i z różnym nakładem środków produkcji: dawki nawozów i środków ochrony roślin, wielkości dawki polewowej przy nawadnianiu, gęstości siewu lub sadzenia.

Taki sposób stosowania środków produkcji powinien zapewnić precyzyjne dostosowanie ich do aktualnych potrzeb roślin i zasobności gleby w składniki pokarmowe w danej strefie pola, a zatem **poprawić efektywność ich wykorzystania, wydajność, jakość, rentowność i ograniczyć negatywny wpływ na środowisko.**

Podstawową technologią rolnictwa precyzyjnego jest pozycjonowanie i nawigacja satelitarna z użyciem odbiorników GNSS. Oprócz pierwszego systemu pozycjonowania GPS Navstar, obecne odbiorniki odbierają sygnały nawigacyjne także z systemów GLONASS, GALILEO, BEIDOU i QZSS.

Technologie rolnictwa precyzyjnego

Z praktycznego punktu widzenia **rolnictwo precyzyjne to technika automatycznego prowadzenia ciągników i maszyn, czujniki monitorujące parametry gleby, łanu i plon oraz systemy zmiennej aplikacji środków produkcji.**

W zakresie zarządzania korzysta z integracji danych przestrzennych i czasowych, pozyskanych z różnych czujników i źródeł, które po odpowiedniej analizie, często z wykorzystaniem analizy obrazu i sztucznej inteligencji, są stosowane do sterowania pracą maszyn. Rolnictwo precyzyjne wprowadza także systemy ochrony gleby i technologie ograniczające utratę zasobów wodnych gleby.

Technologie stosowane w systemie rolnictwa precyzyjnego można podzielić na trzy moduły:

- gromadzenia danych,
- analizy danych,
- wykonawcze.

Moduł pierwszy obejmuje systemy pozycjonowania i nawigacji satelitarnej (GNSS), mapowanie gleb, mapowanie i monitorowanie łanu i plonu, telematykę i automatykę pomiaru danych pogodowych. Moduł analizy danych zawiera systemy informacji przestrzennej (GIS), systemy zarządzania gospodarstwem, sztuczną inteligencję, uczenie maszynowe i Internet Rzeczy. Technologie wykonawcze to automatyczne prowadzenie maszyn i ciągników, zmienne dawkowanie środków produkcji, kontrola sekcji, zarządzanie maszynami autonomicznymi i robotami.

Szacuje się, że obecnie nawet do 80% sprzętu rolniczego zawiera komponenty systemu rolnictwa precyzyjnego. Oznacza to, że technologie rolnictwa precyzyjnego mogą być stosowane niemal w każdym etapie procesu produkcji roślinnej, począwszy od uprawy roli, poprzez siew i zarządzanie uprawą aż do zbioru.

■ Mapowanie gleb

Precyzyjne nawożenie wymaga zdefiniowanego pobierania próbek. Właściwe określenie miejsc pobrania próbek ma kluczowe znaczenie i pozwala na lepszą charakterystykę gleby. Zaleca się pobieranie prób ze stref o jednolitych cechach, opierając się na wstępnym ich wyznaczeniu przy użyciu analizy zdjęć satelitarnych łanu i gleby, map plonu lub skanowania gleby platformami mobilnymi.

Proces pobierania prób glebowych najlepiej zlecić firmie usługowej, która wykona je, korzystając z próbników glebowych półautomatycznych lub w pełni automatycznych.

■ Mapowanie plonu

Mapowanie lokalnej zmienności plonów to jeden z najważniejszych elementów rolnictwa precyzyjnego. Mapa plonu prezentuje rzeczywisty rozkład zmienności potencjału produkcyjnego pola i jest jedną z metod pozwalających na identyfikację na polach stref produkcyjnych reprezentujących podobne warunki plonowania.

Na wyznaczonych w ten sposób strefach można różnicować dawki nawozów w sposób proporcjonalny do stwierdzonej zmienności plonowania. Porównując mapy plonowania z poszczególnych sezonów, można stwierdzić, w jaki sposób zastosowane zmiany w uprawie lub w środkach produkcji wpłynęły na wynik uprawy.

■ Mapowanie stanu plantacji

Zmienność przestrzenna stanu roślin może być wykonana mobilnymi czujnikami w polu lub określona na podstawie zdjęć w świetle widzialnym lub bliskiej podczerwieni. Zdjęcia wykonywane są przez drony i pojazdy lotnicze z niskiego i średniego pułapu oraz przez satelity z wysokiego pułapu.

Podstawową informacją z sond polowych jest wartość współczynnika wegetacyjnego (NDVI). W przypadku sond ciągnikowych, oprócz mapowania stanu uprawy, wykorzystuje się je do wyznaczania zmiennej dawki azotu aplikowanej przez rozsiewacz w czasie rzeczywistym.

■ Nawożenie ze zmienną dawką

Scharakteryzowane powyżej technologie pozwalają zidentyfikować na polu strefy o różnym potencjale produkcyjnym i dostosować dawkę nawożenia indywidualnie do tych stref. Większość produkowanych

obecnie rozsiewaczy nawozów jest dostosowanych konstrukcyjnie i informatycznie do nawożenia zmienną dawką.

■ Zlokalizowana ochrona roślin

W zakresie chemicznej ochrony upraw w rolnictwie precyzyjnym dąży się do ograniczenia stosowania herbicydów.

Rozwój techniki opryskiwania koncentruje się na punktowym nanoszeniu cieczy roboczej (*ang. Spot-Spraying*) dokładnie na zlokalizowany chwast. W tym systemie kamery w czasie rzeczywistym skanują obszar na całej szerokości roboczej w celu rozpoznania chwastów na podstawie ich kształtu, struktury oraz kontrastu. Lokalizacja chwastów jest podstawą do precyzyjnego opryskiwania.

Identyfikacja chwastów odbywa się w trybie green-on-brown, czyli wykrywania wszystkich zielonych celów na glebie lub w trybie green-on-green, tj. wykrywania jednego zielonego celu w zielonym łanie.

■ Systemy automatycznego sterowania pielnikami

W związku z obligatoryjnym stosowaniem integrowanej ochrony roślin wzrasta znaczenie pielęgnacji mechanicznej plantacji buraków cukrowych. Precyzyjne i wydajne prowadzenie zespołów roboczych pielników wymaga doskonalenia systemów automatycznego ich sterowania.

Do prowadzenia ram pielących wzdłuż rzędów buraków najczęściej są używane kamery.

■ Dynamiczna zmiana głębokości uprawy

Zmienna przestrzennie uprawa gleby polega na lokalnym dostosowaniu głębokości uprawy do zmieniających warunków glebowych. Przykładem takiego rozwiązania jest skaner Topsoil Mapper, analizujący zmianę tekstury i struktury gleby oraz jej wilgotność. Pomiar parametrów odbywa się automatycznie w sposób ciągły na trzech różnych głębokościach na podstawie przewodności elektromagnetycznej w czasie rzeczywistym. System wymaga użycia agregatów uprawowych z hydraulicznie sterowaną głębokością pracy lub doposażenie posiadanego agregatu w dedykowany siłownik hydrauliczny.

■ Zmienny przestrzennie siew

Na polach o zidentyfikowanych strefach produkcyjnych różniących się zdolnością plonotwórczą wskazana jest również zróżnicowana obsada roślin, większa w strefach najbardziej żyznych.

Obecnie większość dostępnych na rynku siewników punktowych z elektrycznie napędzanymi zespołami wysiewającymi oraz ze sterowaniem z terminali ISOBUS umożliwia przeprowadzenie siewu na podstawie mapy zmiennego dawkowania nasion.

■ Zarządzanie kombajnami do zbioru buraków

W zakresie zbioru buraków cukrowych dąży się do zautomatyzowanej regulacji parametrów pracy kombajnów. Temu celowi służą czujniki i systemy asystujące.

Kombajny mogą być połączone w sieć telematyczną z producentem w celu kontroli i dokumentowania pracy maszyny, co pozwala uniknąć awarii i przestojów. Interwały konserwacyjne są dodatkowo wydłużone, a poszczególne zespoły monitorowane przez czujniki, dzięki czemu obsługa techniczna zależy od stanu obciążenia poszczególnych komponentów i zespołów. Dzięki temu można na przykład uniknąć niepotrzebnej wymiany olejów lub filtrów. Dyspozytor maszyn lub usługodawca może analizować zlecenia online i w ten sposób optymalizować wykorzystanie maszyn.

I Automatyczne prowadzenie maszyn

Automatyczne prowadzenie maszyn jest możliwe dzięki systemom pozycjonowania satelitarnego (ang. GNSS – Global Navigation Satellite System). System ten musi być wspomagany dodatkowymi systemami korekcyjnymi, aby dokładność prowadzenia agregatów maszynowych spełniała wymagania poszczególnych zabiegów agrotechnicznych.

Podstawowa dokładność odbioru z sygnału systemów pozycjonowania satelitarnego GNSS, pochodząca z różnych dostępnych systemów satelitarnych, np. GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, bez dodatkowych poprawek korekcyjnych osiąga zbyt małą dokładność ($\pm 1\text{--}3\text{ m}$), czyli nie może być zastosowana w technologiach produkcji rolniczej.

Dodatkowe poprawki korekcyjne (bezpłatne) otrzymywane drogą satelitarną – np. europejski EGNOS, północnoamerykański WAAS – poprawiają dokładność odbieranych sygnałów GNSS podczas prac liniowych do $\pm 0,15\text{--}0,30\text{ m}$. Umożliwia to już wspomaganie na przykład: uprawy gleby, nawożenia przedsiewnego, opryskiwania przedwschodowego, czy mapowania plonu.

Dodatkowe odpłatne poprawki korekcyjne otrzymywane drogą satelitarną – np. OMNISTAR, SATCOR, StarFire2 – poprawiają dokładność odbieranych sygnałów GNSS podczas prac liniowych do $\pm 0,04\text{--}0,08\text{ m}$. Taka dokładność odbioru sygnału umożliwia precyzyjne przeprowadzenie uprawy roli, przedsiewnego i głównego nawożenia, opryskiwania, mapowanie plonu, siewu i zbioru zbóż.

Poprawki korekcyjne czasu rzeczywistego RTK (Real Time Kinematic) poprawiają dokładność odbioru sygnałów satelitarnych do $\pm 0,01\text{--}0,03\text{ m}$, a tym samym mogą być zastosowane do najprecyzyjniejszych zabiegów agrotechnicznych np. siewu, sadzenia, pielęgnacji mechanicznej, opryskiwania podczas wegetacji i zbioru roślin. Poprawki RTK mogą pochodzić z pojedynczej stacji RTK o znanych współrzędnych i są wtedy przesyłane do ruchomego odbiornika drogą radiową lub z wirtualnych stacji RTK NET i przekazywane poprzez sieć GSM.

I Telematyka

Początkowo systemy telematyczne służyły głównie do gromadzenia danych dotyczących bieżącej pracy maszyny, czyli zapisywały zmiany położenia geograficznego, prędkości, wydajności, zużycia paliwa, prędkości obrotowej głównych podzespołów maszyny itp. Zgromadzone dane w pamięci serwerów umożliwiają przeglądanie historii zabiegów na poszczególnych polach, pracy maszyn, czy statystyk dla zestawu maszyn będących w posiadaniu gospodarstwa.

Obecnie telematyka jest także wykorzystywana do zdalnego zarządzania pracą maszyn, w tym do współpracy maszyn między sobą, np. podczas wykonywania nawożenia zmienną dawką przez kilka agregatów na jednym polu.

PRZYKŁAD



Z badań wynika, że przy odpowiednim zastosowaniu elementów precyzyjnego rolnictwa plon zbóż może wzrosnąć o 2–3%, a ilość zastosowanego materiału siewnego, nawozów, pestycydów zmniejszyć się o 20–30%. Przy braku układu równoległego prowadzenia maszyn nakładające się przejazdy stanowią ok. 7% powierzchni upraw. Oznacza to, że gospodarstwo poniosło straty finansowe z tytułu zakupu środków ochrony roślin i nawozów oraz eksploatacji maszyn.

Słownik pojęć

Adiuwant – specjalny środek dodawany do roztworu cieczy użytkowej w celu obniżenia napięcia powierzchniowego, dzięki czemu następuje lepsze zwilżenie powierzchni opryskiwanych roślin, a w konsekwencji ułatwienie pobrania odpowiedniej ilości substancji czynnej.

Agrofagi – ogólna nazwa chorób roślin, szkodników i chwastów.

Burak cukrowy – roślina okopowa, której korzeń technologiczny może być wykorzystywany w przemyśle cukrowniczym jako surowiec do produkcji cukru buraczanego o zawartości cukru nie niższej niż 14%.

Buraki kontraktowane – będąca przedmiotem Umowy kontraktacji ilość buraków cukrowych o określonej zawartości cukru lub o innych wskazanych w Umowie kontraktacji parametrach, które na podstawie takiej Umowy kontraktacji mają zostać wytworzone i dostarczone przez Plantatora do Producenta Cukru na potrzeby określonej kampanii cukrowniczej.

Buraki ponad-kontraktowane – ilość buraków cukrowych wytworzonych przez Plantatora na podstawie Umowy kontraktacji na potrzeby jednej Kampanii cukrowniczej, która stanowi nadwyżkę buraków cukrowych rzeczywiście dostarczonych przez Plantatora do Producenta Cukru na potrzeby tej Kampanii cukrowniczej nad burakami kontraktowanymi.

Erozja wietrzna – niszczenie (degradacja) powierzchni gleby na skutek działania wiatru.

Erozja wodna – niszczenie (degradacja) powierzchni gleby na skutek działania wody.

Fungicydy – środki chemiczne zwalczające grzyby.

Głęboszowanie – zabieg agrotechniczny poprawiający strukturę gleby i warunki powietrzno-wodne w warstwie ornej i podornej.

Gnojowica – mieszanina wody, kału i moczu zwierząt.

Gnojówka – przefermentowany mocz zwierzęcy.

Herbicydy – środki zwalczające chwasty.

Insektycydy – środki zwalczające owady i ich larwy.

Instrukcja Odbioru – zasady określające wymagania, jakie muszą spełnić korzenie buraka cukrowego przyjmowane przez cukrownie oraz zasady dotyczące określania wagi brutto i tary przy dostawie buraków oraz zasady dotyczące pobierania próbek do analizy jakościowej wypracowane na poziomie poszczególnych Producentów Cukru z Regionalnymi Związkami Plantatorów Buraka Cukrowego działającymi przy danym Producentcie Cukru albo w ramach Komisji Mieszanej lub innego gremium uzgodnionego pomiędzy Regionalnymi Związkami Plantatorów Buraka Cukrowego i Producentem Cukru.

Kampania cukrownicza – przypadający na dany Rok gospodarczy okres od momentu rozpoczęcia przez danego Producenta Cukru procesu przetwarzania dostarczonych mu przez Plantatora buraków cukrowych na cukier do momentu zakończenia tego procesu, z zastrzeżeniem, że pojęcie Kampanii cukrowniczej nie obejmuje tzw. kampanii sokowej prowadzonej przez niektórych Producentów Cukru.

Karta pola – zestaw informacji agrotechnicznych konkretnego pola, prowadzony zgodnie z załoženiami Producenta Cukru.

Kategoria agronomiczna gleby – termin używany w doradztwie rolniczym, określający ciężkość w uprawie gleby (która jest zależna od zawartości frakcji spławianych w glebie). Można wyróżnić gleby bardzo lekkie, lekkie, średnie, ciężkie i bardzo ciężkie.

Klasy bonitacyjne – podział gleb w zależności od ich produktywności. Wyróżnia się klasy I, II, IIIa, IIIb, IVa, IVb, V, VI i VIRZ. Wysokość podatku rolnego zależy od klasy gleby. Kompleks przydatności rolniczej – zespoły gleb, które mają zbliżone właściwości rolnicze

i mogą być podobnie użytkowane. Wyróżnia się 9 kompleksów gruntów orných (3 kompleksy pszenne, 4 żytne i 2 zbożowo-pastewne). Kompleksy dotyczące użytków zielonych określane są oddzielnie.

Komisja Mieszana – utworzona i działająca przy danym Producentcie Cukru komisja, złożona w równej liczbie z przedstawicieli tego Producenta Cukru oraz przedstawicieli działających przy takim Producentcie Cukru, Regionalnych Związków Plantatorów Buraka Cukrowego, której zasady działania określa Regulamin.

Krajowy Związek Plantatorów Buraka Cukrowego – organizacja branżowa reprezentująca Plantatorów buraka cukrowego w Polsce.

Makroelementy – składniki mineralne pobierane przez rośliny w większych ilościach, np. azot (N), fosfor (P), potas (K), wapń (Ca), magnez (Mg).

Międzyplon – roślina w czystym siewie lub mieszanka roślin uprawiane pomiędzy dwoma plonami głównymi.

Mikroelementy – składniki mineralne pobierane przez rośliny w mniejszych ilościach, np. mangan (Mn), miedź (Cu), cynk (Zn), bor (B).

Mulczowanie – pokrycie powierzchni gleby materią organiczną, np. resztkami poźniwnymi lub roślinami międzyplonowymi.

Obornik – przefermentowana mieszanina kału, moczu i ściółki.

Okres karencji – czas, który musi upłynąć od zastosowania środka ochrony roślin do dnia zbioru roślin lub ich konsumpcji.

Okres prewencji – czas, w ciągu którego pszczoły, zwierzęta lub ludzie nie powinni stykać się z roślinami, na których wykonano zabieg środkiem ochrony roślin.

Plantator – rolnik, posiadacz gruntu rolnego na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, który na podstawie umowy kontraktacyjnej zawieranej z producentem cukru uprawia buraki cukrowe.

Płodozmian – następstwo roślin uprawnych zaplanowane dla określonego czasu i określonej powierzchni.

Porozumienie branżowe – dokument spisany w formie porozumienia określający wzajemne relacje, prawa i obowiązki spoczywające na

Plantatorach i Producentach Cukru dla określonego państwa lub Unii Europejskiej.

Producent Cukru – przedsiębiorca (cukrownia lub ich zespół w ramach przedsiębiorstwa) posiadający środki produkcji umożliwiające wytworzenie cukru buraczanego w ilości odpowiadającej przydzielonej kwocie.

Próg szkodliwości ekonomicznej – takie nasilenie choroby, liczebności szkodnika lub chwastów, przy których wartość spodziewanej straty plonu przewyższa koszt wykonania zabiegu ochrony roślin.

Przedplon – roślina uprawiana w plonie głównym, w roku poprzedzającym uprawę rośliny następnie uprawianej również w plonie głównym.

Regionalny Związek Plantatorów Buraka Cukrowego – związek o zasięgu lokalnym (regionalnym) zrzeszający Plantatorów z rejonu plantacyjnego danego Producenta Cukru, który posiada osobowość prawną.

Rok gospodarczy – okres od 1 października jednego roku kalendarzowego do 30 września roku następnego.

Rotacja – czas, który musi upłynąć, aby roślina przeszła przez wszystkie pola płodozmianu.

Skala przeliczeniowa – przyjęty w Umowie kontraktacyjnej system indeksacji ilości uwzględniający różne zawartości cukru oraz współczynniki służące do przeliczania ilości dostarczonych buraków cukrowych na ilości odpowiadające zawartości cukru wskazanej w Umowie kontraktacyjnej.

Stan fitosanitarny (warunki fitosanitarne) – określenie poziomu występowania chorób, szkodników czy chwastów.

Umowa kontraktacji – umowa dostawy zawierana między Producentami Cukru i Plantatorami określająca warunki zakupu buraków cukrowych przez Producentów Cukru od Plantatorów.

Związek Producentów Cukru – organizacja reprezentująca Producentów Cukru w organach i instytucjach państwowych krajowych i zagranicznych.

Dokumentacja

Całość dokumentacji należy podzielić na dwie grupy: dokumenty do prowadzenia i okazania w przypadku audytu, kontroli oraz dokumenty do prowadzenia i przekazania do producenta cukru.

I Dokumenty do prowadzenia i przekazania

- Karta Plantacji – dokument elektroniczny, tworzony na podstawie wprowadzanych do systemu komputerowego danych z zakresu lokalizacji, ewidencji, agrotechniki, siewu, ochrony, nawożenia i zbioru buraków. Plantator ma możliwość pobrania i wydrukowania gotowego dokumentu.
- Oświadczenie o rezygnacji z zakupu nasion od producenta cukru oraz dokumentacja związana z zakupem takich nasion. Ta dokumentacja będzie obowiązywała od roku 2025 z uwagi na wprowadzenie możliwości zakupu nasion poza dotychczasowym systemem.
- Oświadczenie dla przedsiębiorstwa rolnego spełniającej warunkowość Wspólnej Polityki Rolnej stanowi załącznik do umowy i określa szeroko rozumiane zobowiązania plantatora do prowadzenia uprawy z zgodzie z obowiązującymi przepisami, zasadami wzajemnej zgodności w rolnictwie.
- Kopia przyjętego przez Agencję Modernizacji i Restrukturyzacji Rolnictwa wniosku w sprawie płatności bezpośrednich potwierdzającego powierzchnię upraw obsianej.

I Dokumenty do okazania w przypadku audytu lub kontroli

Szczególnie istotne są te dotyczące wymogów RedCert2 i RedCertEU, SAI. Zalicza się tu:

- a) dowód, że dostarczone Producentowi Cukru buraki pochodzą z gruntów ornych, które były gruntami ornymi przed 1 stycznia 2008 roku,
- b) dowód, że dostarczone Producentowi Cukru buraki nie pochodzą z obszarów cennych przyrodniczo, według kryteriów określonych przez Dyrektywę 2018/2001 i wdrażające ją krajowe akty przekształconych w grunty orne po 1 stycznia 2008 roku,
- c) dowód, że Plantator jako odbiorca dopłat bezpośrednich podlega zasadom Warunkowości, dzięki czemu dostarczone Producentowi Cukru buraki spełniają wymagania dla upraw,
- d) dowód, że w roku kalendarzowym poprzedzającym rok rozpoczęcia kampanii, na którą zawierana jest umowa, Plantator uczestniczył w procedurze bezpośrednich dopłat unijnych,
- e) dowód, że w roku kalendarzowym rozpoczęcia kampanii buraczanej, na którą zawierana jest umowa, Plantator złożył wniosek o dopłaty bezpośrednie,
- f) dowód, że Plantator zarejestrował się w rejestrze przedsiębiorstw spożywczych zgodnie z wytycznymi zawartymi w art. 63 ust. 2 i 3 Ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia, - Dokument potwierdzający wpis do rejestru SANEPID,
- g) dowód, że Plantator zarejestrował się u powiatowego lekarza weterynarii jako producent środków żywienia zwierząt oraz przestrzegania obowiązujących przepisów dotyczących higieny pasz. – Dokument potwierdzający nadanie numeru weterynaryjnego,
- h) dowód dotyczący miejsca uprawy buraków – dokumentacja – mapy działek,
- i) zaświadczenia o ukończeniu kursu chemizacyjnego dla osób stosujących środki ochrony roślin oraz aktualny atest opryskiwacza,
- j) dokumenty, plany nawożenia z analizą gleby, bilans azotu,

- k) zaświadczenia o ukończonych kursach rolniczych i innych związanych z działalnością rolniczą,
- l) dokumenty z zakresu ewidencji prowadzonych zabiegów środkami ochrony roślin – Książka ewidencji zabiegów,
- m) w przypadku zatrudniania pracowników dokumentację personalną, szkolenia BHP,
- n) dokumenty potwierdzające odbiór opakowań po środkach ochrony roślin i nasionach – Karta przekazania odpadów (dot. podmiotów zarejestrowanych w BDO – gospodarstwa pow. 75 ha) lub Kartę ewidencji odpadu (w przypadku zwolnienia z obowiązku prowadzenia ewidencji odpadów),
- o) faktury zakupu środków ochrony roślin, nawozów i paliwa,
- p) umowa/y na wywóz śmieci z gospodarstwa, ścieków, nieczystości, potwierdzenia zapłaty, harmonogram odbioru,
- q) dokumenty potwierdzające zużycie wody, plan oszczędzania wody, wykorzystywanie deszczówki, wody do oprysków,
- r) dokumenty z ubezpieczenia upraw i buraków oraz OC gospodarstwa,
- s) potwierdzenie korzystania z usług np. kompleksowej obsługi, kopania, siewu, oprysków – faktury,
- t) jeśli Plantator korzysta z fotowoltaiki, Solarów, Eko-prądu – rachunki i faktury,
- u) faktury za ilości zużytej wody i zaświadczenia o badaniu na zawartość mikroelementów,
- v) dokumenty poświadczające udzielanie się w społeczności lokalnej (Koła Gospodyń, Ochotnicza Straż Pożarna, wolontariat itp.),
- w) dokumentację związaną z Integrowaną Produkcją – Notatnik Integrowanej Produkcji.

Spis literatury

1. Adamczewski K. 2014. Odporność chwastów na herbicydy. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, 276 ss.
2. Blevins, R. L., Frye, W. W., Smith, M. S. 2018. The effects of conservation tillage on soil properties. In A systems approach to conservation tillage. CRC Press.
3. Busari M.A., Kukal S.S., Kaur A., Bhatt R., Dulazi A.A. 2015. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *Int. Soil and Water Conserv. Res.* 3(2):119–129.
4. Cooke, D. A., & Scott, J. E. 2012. The sugar beet crop. Springer Science & Business Media.
5. Dobek T. 2005. Energetyczna ocena produkcji buraka cukrowego sianego w mulcz. *Inż. Rol.* 6: 115–122.
6. Draycott, A. P. (Ed.). 2008. Sugar beet. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
7. Ernst, D., Cerny, I., Pacuta, V., Skopal, J., Vician, T., Zapletalova, A., Sulik, R. 2021. Yield and sugar content of sugar beet depending on different soil tillage technologies. *Listy Cukrovarnicke a Reparske*, 137(9-10), 319–324.
8. FRAC Code List 2024: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). Fungicide Resistance Action Committee.
9. Gaj R., Budka A., Niewiadomska A., Przybył J., Mioduszevska N. 2015. Effect of different tillage methods on the nutritional status, yield and quality of sugar beets. *J. Elementol.* 20(3): 571–584.
10. Gemtos, T. A., Cavalaris, C. K. 2001. Soil tillage effect in the sugar beet crop. *Conservation agriculture, a worldwide challenge*, 539–543.
11. Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. 2004. Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych* 53(2): 207–217.
12. Grzebisz W. 2008. Nawożenie roślin uprawnych. Tom 1: Podstawy nawożenia. PWRiL Poznań.
13. Grzebisz W. 2009. Nawożenie roślin uprawnych. Tom 2: Nawozy i systemy nawożenia. PWRiL Poznań.
14. Grzebisz W. 2011. Technologie nawożenia roślin uprawnych - fizjologia plonowania. Tom 1: Oleiste, okopowe i strączkowe. PWRiL Poznań.
15. Grzebisz W., Szczepaniak W., Diatta J.B., Kulpa R. 2009. ABC plus wapnowania gleb uprawnych. Wyd. PRODRUK, Poznań.
16. Hartman K. M., Nezadal W. 1990. Photocontrol of weeds without herbicides. *Naturwissen-schaften*, 77: 158–163.
17. <http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin> (Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi)
18. Jacobs, A., Jungert, S., Koch, H. J. 2015. Soil organic carbon as affected by direct drilling and mulching in sugar beet–wheat rotations. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(8), 1079–1087.
19. Jaskulska I., Najdowski Ł., Gałęzewski L., Kotwica K., Lamparski R., Piekarczyk M., Wasilewski P. 2017. Wpływ cało powierzchniowej uprawy bezpługowej i strip-till na zużycie paliwa, plony oraz jakość korzeni buraka cukrowego. *Fragm. Agron.* 34(3): 58–65.
20. Jaskulski D., Jaskulska I., Kotwica K., Gałęzewski L., Wasilewski P. 2013. Zużycie paliwa na uprawę roli w zależności od stopnia jej uproszczenia i przedplonu w zmianowaniu roślin. *Inż. Rol.* 3: 109–116.
21. Jaskulski, D.; Jaskulska, I. 2016. Współczesne Sposoby i Systemy Uprawy Roli w Teorii i Praktyce Rolniczej; Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu.
22. Kiniec A. 2021. Odporność grzyba *Cercospora beticola* na substancje czynne fungicydów. Rozprawa doktorska. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 159 ss.
23. Kiniec A., Pieczul K., Świerczyńska I., Piszczek J. 2017. Wykorzystanie analizy RFLP w monitoringu odporności *Cercospora beticola* na strobiluryny występującej w buraku cukrowym (*Beta vulgaris* L.). *Progress in Plant Protection* 57 (4): 300–304. DOI: 10.14199/ppp-2017–046.

24. Kiniec A., Piszczek J., Miziniak W., Sitarski A. 2020. Impact of the variety and severity of *Cercospora beticola* infection on the qualitative and quantitative parameters of sugar beet yields. *Polish Journal of Agronomy* 41: 29–37. DOI: 10.26114/pja.iung.410.2020.41.04.
25. Koch H.J., Pringas C., Scherer J., 2003. Conservation tillage for sustainable sugarbeet production in Germany – environmental and phytopathological aspects. *Zuckerindustrie* 128, 810–813.
26. Koch, H. J., Dieckmann, J., Büchse, A., Märlander, B. 2009. Yield decrease in sugar beet caused by reduced tillage and direct drilling. *European Journal of Agronomy*, 30(2), 101–109.
27. Kotecki A. 2020. Uprawa roślin. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
28. Krawczyk R., Adamczewski A., Głowacki G. 2007. Wpływ mikrodawk herbicydów na zachwaszczenie i plon buraka cukrowego. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl.* 47(3): 159–163.
29. Kuc P., Zimny L. 2005. Plonowanie i jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego uprawianego w warunkach różnych systemów uprawy. *Agronomy Science*, 60, 133–143.
30. Kus, J. 1992. Plonowanie buraka cukrowego w zależności od przedplonu i zmianowania. *Biuletyn I HAR*, (181-182), 235–241.
31. Maćkowiak Cz., Żebrowski J. 2000. Skład chemiczny obornika w Polsce. *Nawozy i Nawożenie* 4(5): 119–130.
32. Märlander B., Hoffmann C., Koch H.J., Ladewig E., Merkes R., Petersen J., Stockfisch N., 2003. Environmental Situation and Yield Performance of the Sugar Beet Crop in Germany: Heading for Sustainable Development. *J. Agron. Crop Sci.* 189, 4, 201–226.
33. *Metodyka integrowanej ochrony buraka cukrowego i pastewnego dla doradców.* 2012. Red. Jacek Piszczek i Marek Mrówczyński, Wyd. IOR-PIB Poznań: 123 ss.
34. *Metodyka integrowanej ochrony buraka cukrowego i pastewnego dla producentów.* 2012. Red. Jacek Piszczek i Marek Mrówczyński, Wyd. IOR-PIB Poznań: 53 ss.
35. Michalska-Klimczak, B., Wyszyński, Z. 2010. Plonowanie buraka cukrowego w zmiennych warunkach agrotechnicznych i siedliskowych. Cz. I. Plon i jakość korzeni a technologiczny plon cukru. *Fragm. Agron*, 27(1), 88–97.
36. Miziniak W. 2009. Wpływ rodzaju mulczu i długości płodozmianu na stan zachwaszczenia plantacji buraka cukrowego uprawianego w dwu i czteroletniej rotacji. *Prog. Pl. Prot./ Post. Ochr. Rośl.* 49(4): 2052–2057.
37. Miziniak W. 2009. Wpływ rodzaju mulczu i długości płodozmianu na stan zachwaszczenia plantacji buraka cukrowego uprawianego w dwu- i czteroletniej rotacji. *Postępy w Ochronie Roślin* 49 (4): 2052–2057.
38. Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. 2007. Soil disturbed using a strip tillage implement on a range of soil types and the effects on sugar beet establishment. *Soil Use Manage.* 23(4): 428–436.
39. Nowakowski M. 2013. Przydatność gorczycy białej i rzodkwi oleistej jako mulczu, nawozu i czynnika ochrony fitosanitarnej w uprawie buraka cukrowego. *Monografie i Rozprawy Naukowe. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy*, 2013/43: 150 ss.
40. Nowakowski, M., Kostka-Gosciniak, D., Szymczak-Nowak, J., Gutmanski, I. 2002. Systemy uprawy buraka cukrowego na różnych glebach. Część II. Wschody i plony. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, (222), 317–324.
41. Overstreet L.F. 2009. Strip tillage for sugarbeet production. *Int. Sugar J.* 111: 292–304.
42. Parylak D., Zawieja J., Jędruszczak M., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Dąbkowska T., Snarska K. 2006. Wykorzystanie zasiewów mieszanych, właściwości odmian lub zjawiska allelopatii w ograniczeniu zachwaszczenia. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl.* 46(1): 33–44.
43. Piszczek J. 2010. Epidemiologia chwościka buraka cukrowego (*Cercospora beticola*) w centralnej Polsce. *Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego*, Poznań, Zeszyt 23, 70 ss.

44. Piszczek J., Górski D., Miziniak W., Ulatowska A. 2019. Atlas Burak. Identyfikacja agrofagów oraz niedoborów pokarmowych. Agro Wydawnictwo Sp. z o. o., Suchy Las, 101–163.
45. Piszczek J., Strażyński P., Mrówczyński M. (red.). 2023. Metodyka Integrowanej Produkcji Buraka. Strona internetowa PIORiN, 58ss.
46. PN-R-04031:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby – Pobieranie próbek.
47. Podstawka-Chmielewska E., Kurus J. 2002. Wpływ późniwo-przedzimowej uprawy roli na plonowanie buraka cukrowego na rędzinie. Biul. IHAR 222: 287–293.
48. Praczyk T. 2003. Diagnostyka Uszkodzeń Herbicydowych Roślin Rolniczych. PWRiL. Poznań, 144 ss.
49. Produkcja buraka cukrowego. 1991. Red. Izidor Gutmański. PWRiL Warszawa: 699 ss.
50. Przybył J. 2013. Stan techniki do zbioru buraka cukrowego i pozbiorowej obróbki korzeni. MONOGRAFIA: Współczesna inżynieria rolnicza - osiągnięcia i nowe wyzwania. Tom I pod redakcją Ryszarda Hołownickiego i Macieja Kubonia. Komitet Techniki Rolniczej PAN Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, 425-452, ISBN 978-83-935020-2-8.
51. Przybył J. 2016. Jaki siew taki zbiór. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego. 1 (71): 54–57.
52. Przybył J. 2023. Technika defoliacji buraków cukrowych. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego. 1 (99): 67–70
53. Przybył J. 2024. Autonomiczne roboty rolnicze. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego. 4 (102): 50-55
54. Przybył J., 2020. Przechowywanie korzeni buraków cukrowych w pryzmach. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego. 4 (90): 40–43
55. Przybył J., Majchrzak L., Piechota T., Czechłowski M., Mioduszevska N., Skudlarski J., Wojciechowski T., Grzeszczyk K., Świtek S., Tadel E., Wasak M. 2019. Uprawa uproszczona w systemie rolnictwa precyzyjnego. Agro Wydawnictwo. ss. 88. ISBN 978-83-954-198-6-7.
56. Przybył J., Mioduszevska N., Wojcieszak D. 2018. Techniczne możliwości usuwania zanieczyszczeń z buraków. Poradnika Plantatora Buraka Cukrowego. 4:44–48.
57. Przybył J., Wojcieszak D. 2021. Możliwości zwiększenia efektywności technologii zbioru buraków cukrowych. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego. 3 (93): 46–48
58. Przybył J., Wojcieszak D., Zaborowicz M. 2023. Stan techniki do zbioru buraków cukrowych. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego. 2 (100): 56–60
59. Przybył J., Zaborowicz M., Wojcieszak D. 2021. W kierunku cyfrowej precyzji. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego. 4 (94): 50–55
60. Przybył J., 2020. Przy siewie warto pomyśleć o zbiorze. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego. 1 (87): 26
61. Przybył J., 2018. Wyzwania i rozwiązania dla zbioru buraków cukrowych. Poradnika Plantatora Buraka Cukrowego. 4: 45–48.
62. Przybył J. 2019. Rolnictwo 4.0. Poradnika Plantatora Buraka Cukrowego. 1: 50–55.
63. Pulkrábek, J., Urban, J., Jedlicková, M. (2015). Effect of Autumn Tillage on Soil Compaction in the Beginning of Sugar Beet Vegetation. Listy Cukrovarnické a Reparské, 131(9-10), 272.
64. Rangel L. I., Spanner R. E., Ebert M. K., Pethybridge S. J., Stukenbrock E. H., de Jonge R., Secor G. A., Bolton M. D. 2020. Cercospora beticola: The intoxicating lifestyle of the leaf spot pathogen of sugar beet. Molecular Plant Pathology 21 (8): 1020–1041. DOI: 10.1111/mp.12962.
65. Roberts H. A. 1970. Diable weed seeds in cultivated soil. In National Vegatable Research Station Annual Report 1969. Wellesbourne. Warwick, England: 25–38.
66. Romaneckas, K., Romaneckienė, R., Šarauskis, E., Pilipavičius, V., Sakalauskas, A. 2009. The effect of conservation primary and zero tillage on soil bulk density, water content, sugar beet growth and weed infestation. Agronomy Research, 7(1), 73–86.
67. Schulze Lammers P., Vandergeten J.-P., Tijink F., Royer C. 2015. Test Procedures for Measuring the Quality in Sugar Beet Production - Seed Drillability, Precision Seeders, Harvesters, Cleaner Loaders. IIRB Agricultural Engineering Study Group.

68. Smagacz J. 2018. Uwarunkowania i tendencje zmian technik uprawy roli. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 55 (9): 143–162.
69. Stevanato, P., Chiodi, C., Broccanello, C., Concheri, G., Biancardi, E., Pavli, O., Skaracis, G. 2019. Sustainability of the sugar beet crop. *Sugar Tech*, 21, 703–716.
70. 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. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, Tom XXIII, Zeszyt 2: 223–234.
71. Świętochowski i Tołpa S. 1950. *Chwasty*. Wyd. PIWR, Warszawa, 160 ss.
72. Walczak F. (red.) 2013. *Poradnik sygnalizatora ochrony buraka*. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego, Poznań, 10–84.
73. Weber R. 2010: Przydatność uprawy konserwującej w rolnictwie zrównoważonym. *Monografie i Rozprawy Naukowe, IUNG-PIB Puławy*, 25: 1–72.
74. 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.
75. Winner C. 1982. *Zuckerrübenbau*. DLG –Verlags – GmbH Frankfurt: 175–177.
76. Woźnica Z. 2008. *Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. PWRiL, Poznań, 432 ss.
77. Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2007. Mikrodawki herbicydów – nowa opcja odchwaszczania buraków cukrowych. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl.* 47(3): 310–315.
78. Wyszzyński Z., Kalinowska-Zdun M., Gazdowski D., Michalska B. 2004. Plonowanie buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w rejonie Polski środkowej. *Biul. IHAR* 234: 49–55.
79. Zbytek Z., Talarczyk W. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. W: *Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie roślin ekologicznych*. Red. E. Matyjaszczyk. Poznań, IOR–PIB: 221–241.
80. Zimny L., Nowakowski M., Zych A., Skonieczek P. 2017. Koszty i dochodowość produkcji buraka cukrowego w następstwie stosowania 16 systemów uprawy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 589: 131–143.
81. Zimny L., Rajewski J., Regiec P. 2010. Wpływ uprawy konserwującej na wartość technologiczną korzeni buraka cukrowego. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 65(2): 110–118.

Strony internetowe:

<https://schr.gov.pl/>

<https://coboru.pl/>

www.agrofagi.com.pl

