

dr inż. Aneta Perzanowska  
dr inż. Magdalena Wijata

09

# BURAK CUKROWY

**PRZEWODNIK ROLNICTWA  
REGENERATYWNEGO**



Co-funded by the  
European Union

# PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO - BURAK CUKROWY

Autorzy:

**dr inż. Aneta Perzanowska**

**dr inż. Magdalena Wijata**

Projekt i opracowanie graficzne:

**Maciej Wilgosiewicz**

**Piotr Krukowski**

**Agencja reklamowa Pixel Star**

Wydawca:

**Fundacja Rozwoju Rolnictwa Terra Nostra**

**[www.fundacjaterranostra.pl](http://www.fundacjaterranostra.pl)**

Właściciel projektu:

**EIT Food**

**[www.eitfood.eu](http://www.eitfood.eu)**



Co-funded by the  
European Union

---

## EIT Food

EIT Food to największa na świecie i najbardziej dynamiczna społeczność zajmująca się innowacjami w branży spożywczej. Przyspieszamy innowacje, aby zbudować przyszłościowy system żywnościowy, produkujący zdrową i zrównoważoną żywność dla wszystkich.

Wspierani przez Europejski Instytut Innowacji i Technologii (EIT), niezależny organ Unii Europejskiej, inwestujemy w projekty, organizacje i osoby, które podzielają nasze cele dotyczące zdrowego i zrównoważonego systemu żywnościowego. Odblokowujemy potencjał innowacyjny w przedsiębiorstwach i na uniwersytetach oraz tworzymy i skalujemy startupy rolno-spożywcze, aby wprowadzać na rynek nowe technologie i produkty. Wyposażamy przedsiębiorców i specjalistów w umiejętności potrzebne do przekształcenia systemu żywnościowego i umieszczamy konsumentów w centrum naszej pracy, pomagając budować zaufanie poprzez ponowne połączenie ich z pochodzeniem żywności.

Jesteśmy jedną z dziewięciu innowacyjnych społeczności, utworzonych przez EIT, niezależny organ UE, który powstał w 2008 r. w celu pobudzania innowacji i przedsiębiorczości w całej Europie.

Program Rolnictwa Regeneratywnego EIT Food ma na celu wspieranie rolników z całej Europy w konwersji na rolnictwo regeneratywne. Promuje zrównoważone praktyki rolnicze, które nie tylko korzystnie wpływają na jakość gleby, ale także przyczyniają się do produkowania żywności o wyższej wartości odżywczej.

Program Rolnictwa Regeneratywnego EIT Food obejmuje szkolenia stacjonarne dla rolników, indywidualne doradztwo, a także webinary i podręczniki dotyczące praktyk regeneratywnych dla konkretnych upraw, które są dostępne dla wszystkich zainteresowanych tą tematyką rolników. Ponadto, organizujemy wydarzenia promujące rolnictwo regeneratywne oraz prowadzimy działania edukacyjne dla konsumentów.

Nasze podejście opiera się na współpracy między różnymi interesariuszami, takimi jak rolnicy, jednostki badawcze, startupy, przemysł przetwórczy oraz konsumenci, aby wspólnie tworzyć korzystne i trwałe warunki dla rozwoju rolnictwa regeneratywnego.

**Dowiedz się więcej na: [www.eitfood.eu](http://www.eitfood.eu)**

---

## Fundacja Rozwoju Rolnictwa Terra Nostra

Fundacja Rozwoju Rolnictwa Terra Nostra została założona w 2019 roku. Celem jej działania jest propagowanie idei rolnictwa regeneratywnego jako holistycznego zarządzania zasobami i środowiskiem, które uwzględni ekologię i konkurencyjność gospodarstwa w łańcuchu dostaw.

Fundacja w swym działaniu wspiera się wiedzą praktyków i naukowców, prowadząc program Zintegrowanej Produkcji Regeneratywnej. Jego fundamentem jest konwersja gospodarstw na rolnictwo regeneratywne poprzez działania szkoleniowe, wsparcie praktyczne i budowanie tematycznej społeczności. Efektem programu jest Certyfikat Zintegrowanej Produkcji Regeneratywnej przyznawany przez niezależną jednostkę certyfikującą - Bureau Veritas. Jest on dowodem działań regeneratywnych w gospodarstwie i sposobem monitorowania korzyści środowiskowych, respektowanym przez przetwórców rolno-spożywczych.

Fundacja Rozwoju Rolnictwa Terra Nostra jest również organizatorem Międzynarodowego Forum Rolnictwa Regeneratywnego BIO\_REACTION, które zrzesza międzynarodowe grono ekspertów, naukowców, rolników i doradców z całego świata.

**Dowiedz się więcej na stronie [www.fundacjaterranostra.pl](http://www.fundacjaterranostra.pl)**

09

# BURAK CUKROWY

**PRZEWODNIK ROLNICTWA  
REGENERATYWNEGO**

## SPIS TREŚCI

|   |      |                                                                         |         |
|---|------|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| ■ | 1.   | WPROWADZENIE DO UPRAWY REGENERATYWNEJ                                   | str. 5  |
| ■ | 2.   | WYMAGANIA KLIMATYCZNE, POKARMOWE I GLEBOWE                              | str. 6  |
| ■ | 3.   | TECHNOLOGIA UPRAWY REGENERATYWNEJ                                       | str. 7  |
| ■ | 3.1. | Stanowisko i przedplon                                                  | str. 8  |
| ■ | 3.2. | Dobór odmian                                                            | str. 10 |
| ■ | 3.3. | Uprawa gleby                                                            | str. 11 |
| ■ | 3.4. | Siew                                                                    | str. 16 |
| ■ | 3.5. | Nawadnianie i gospodarka wodna                                          | str. 18 |
| ■ | 3.6. | Nawożenie roślin i gleby                                                | str. 19 |
| ■ |      | Nawożenie naturalne i organiczne                                        | str. 20 |
| ■ |      | Nawożenie azotowe                                                       | str. 23 |
| ■ |      | Nawożenie fosforowe                                                     | str. 25 |
| ■ |      | Nawożenie potasowe                                                      | str. 25 |
| ■ |      | Nawożenie mikroelementami                                               | str. 25 |
| ■ |      | Nawożenie siarką oraz magnezem                                          | str. 26 |
| ■ | 3.7. | Regulacja pH oraz rola wapnia w uprawie regeneratywnej buraka cukrowego | str. 26 |
| ■ | 3.8. | Ochrona przed chwastami, szkodnikami i chorobami                        | str. 27 |
| ■ |      | Kontrola zachwaszczenia                                                 | str. 27 |
| ■ |      | Ograniczenie występowania i zwalczanie szkodników                       | str. 29 |
| ■ |      | Ograniczenie występowania i zwalczanie chorób                           | str. 31 |
| ■ | 3.9. | Zbiór i przechowanie                                                    | str. 34 |
| ■ | 4.   | ZESTAWIENIE PRAKTYK I ANALIZA KORZYŚCI                                  | str. 36 |
| ■ |      | Literatura                                                              | str. 38 |

# REGENERATYWNA UPRAWA BURAKA CUKROWEGO



## WPROWADZENIE DO UPRAWY REGENERATYWNEJ

1

**Burak cukrowy (łac. *Beta vulgaris* L. subs. *vulgaris*) jest podgatunkiem buraka zwyczajnego (*Beta vulgaris* L.), należącym do rodziny szarłatowatych. Jest to roślina dwuletnia, co oznacza, że w pierwszym roku wytwarza organy wegetatywne w postaci korzenia spichrzowego i rozety liściowej (rys. 1), natomiast dopiero w drugim roku wydaje nasiona.**

Burak cukrowy jest jednym z ważniejszych źródeł cukru na świecie i zajmuje pod tym względem drugie miejsce (23% ogólnej produkcji), zaraz po trzcinie cukrowej. W Europie, burak cukrowy jest jedynym surowcem do produkcji cukru. Korzeń buraka, mający średnio masę 500-800 g, charakteryzuje się wysoką zawartością sacharozy (średnio około 18-19,5%). Dodatkowo, przy produkcji cukru powstają cenne produkty uboczne (melasa, wysłodki, liście buraczane). Mimo że areał uprawy buraka w Polsce to tylko około 2% całkowitej powierzchni przeznaczonej pod uprawy, to nadal ma on duże znaczenie gospodarcze. Polska jest w pierwszej dziesiątce największych producentów buraka cukrowego na świecie. Plantacje buraka cukrowego koncentrują się w większości w pobliżu cukrowni, ze względu na duże koszty transportu plonu głównego na dalekie odległości.

Uprawa regeneratywna jest odpowiedzią na zmianę klimatu, jak również nowe oczekiwania konsumentów wobec zasad produkcji rolniczej i jej oddziaływania na środowisko, które są wyzwaniem dla współczesnego rolnictwa. Jednym z założeń podejścia regeneratywnego jest urozmaicenie płodozmianów i wprowadzanie do nich roślin niezbożowych, jako przerwytników monokultur zbożowych, które zdominowały pola uprawne. Obecnie w Polsce ponad 70% w strukturze zasiewów stanowią zboża, co generuje wiele problemów, zarówno na poziomie środowiska glebowego, jak również zdrowotności roślin i bioróżnorodności agroekosystemów. Sytuacja ta powoduje nadmierną eksploatację gleb poprzez jednostronne pobieranie składników pokarmowych oraz zachwianie równowagi w glebach.

Burak cukrowy, jako roślina okopowa, jest ważnym ogniwem współczesnych zmianowań, wpływającym korzystnie na fitosanitarny stan gleby, a także pozostawiającym duże ilości składników pokarmowych w resztkach pozbiorowych. Dlatego też gatunek ten, doskonale wpisuje się w płodozmian zalecany w ramach rolnictwa regeneratywnego, który z założenia ma być urozmaicony i różnogatunkowy. Obecność buraka na polach uprawnych wymaga także zadbania o jakość gleb, zwłaszcza fizyczną na etapie planowania całego zmianowania.

Rysunek 1. Pole buraka cukrowego w zmianowaniu z pszenicą ozimą i jarą.  
Fot. A. Perzanowska



## Wymagania klimatyczne, pokarmowe i glebowe



**Uprawa buraka cukrowego powinna być prowadzona na glebach zasobnych w składniki pokarmowe i materię organiczną, o głębokiej warstwie próchnicznej i uregulowanych właściwościach wodno-powietrznych.**

Najwyższe plony uzyskuje się na glebach należących do kompleksów pszennego bardzo dobrego, pszennego dobrego i żytniego bardzo dobrego. Burak cukrowy nie toleruje gleb nadmiernie zagęszczonych, dlatego do jego uprawy nieprzydatne są zbyt zwarte gleby ilaste, lub gleby lżejsze o zbyt zwężonym podglebiu. Wyjątkiem są ciężkie gleby o dużej zawartości próchnicy, dzięki czemu zyskują odpowiednią strukturę zmniejszającą ich spoistość i zwężłość. Burak cukrowy jest rośliną wrażliwą na nieuregulowany odczyn gleby – stanowisko pod buraka cukrowego powinno mieć odczyn gleby obojętny lub zasadowy. Optymalne pH dla buraka wynosi 6 – 7,2.

Burak cukrowy odznacza się wysokimi potrzebami wodnymi, ze względu na dużą masę plonu głównego (korzenie buraka), a także plonu ubocznego (liście buraka) wytwarzaną w ciągu sezonu wegetacyjnego. Optymalna suma opadów atmosferycznych w trakcie sezonu wegetacyjnego to 600 mm. Na plon buraka cukrowego oraz zawartość cukru w korzeniach oprócz sumy

opadów, znacząco wpływa też rozkład opadów w ciągu sezonu wegetacyjnego. Burak cukrowy ma największe potrzeby wodne wiosną, w czasie wschodów oraz od czerwca do sierpnia, w okresie intensywnej transpiracji i gromadzenia suchej masy. Lepsze zaspokojenie potrzeb wodnych już w fazie kiełkowania i wschodów prowadzi do szybszego wzrostu korzeni i lepszego ich rozwoju. Słabszy rozwój korzeni młodych roślin wywołany deficytem wilgoci może spowodować niepożądane skutki – wolniejsze i nierównomierne wschody, gorszą obsadę roślin (rys. 2) oraz płycej sięgający system korzeniowy, który nie będzie w stanie dostatecznie energicznie pobierać wodę w kolejnych fazach wzrostu. Może również dojść do ograniczonego pobierania wody z zasobów wody zgromadzonych w głębszych warstwach gleby, co jest bardzo niekorzystne z punktu widzenia zdolności przetrwania okresowych niedoborów opadów i w ogóle prawidłowego wzrostu roślin buraka cukrowego.

Należy jednocześnie pamiętać, że buraki cukrowe mają duże wymagania pokarmowe, a jednocześnie w słabym stopniu wykorzystują mniej dostępne formy składników pokarmowych. Sprawia to, że w warunkach małego uwilgotnienia gleb, słabiej sobie radzą w porównaniu do wielu innych roślin uprawnych, a zachwianie bilansu wodnego i warunków wodnych w obrębie rośliny może prowadzić do znacznego obniżenia produktywności buraków cukrowych. Susze występujące w okresie letnim wpływają na spadek plonu korzeni i zawartość cukru. Dlatego też bardzo ważne jest dbanie o zatrzymywanie wody w glebie i minimalizowanie skutków suszy atmosferycznej i glebowej, co zapewniają praktyki uprawy regeneratywnej, poprzez między innymi sposoby uprawy roli ograniczające zabieg orki oraz wspierające gromadzenie w glebie materii organicznej i tworzenie stabilnej struktury gleb.



Rysunek 2. Niedobór wilgoci w glebie w okresie wiosennym powoduje wolniejsze i nierównomierne wschody oraz gorszą końcową obsadę roślin.

Fot. A. Perzanowska

Burak cukrowy jest rośliną klimatu umiarkowanego, a optymalne średnie dobowe temperatury dla buraka wynoszą 12–16°C. Jednak charakteryzuje się on dużą wrażliwością na wahania temperatur w ciągu doby. Do wykiełkowania nasiona buraka potrzebują temperatury 5–6°C. Szczególnie wrażliwy na ujemne temperatury burak cukrowy jest w pierwszych dniach po wschodach. W tym czasie przymrozki poniżej –3°C mogą być szkodliwe dla siewek buraka cukrowego. Korzenie buraka pozostające w glebie, są odporne na działanie niskich temperatur. Po wytworzeniu pierwszej pary liści, burak wytrzymuje temperatury do –5°C. Spadek średniej temperatury od kwietnia do lipca o 10°C względem średniej z wielolecia powoduje obniżenie zawartości cukru w korzeniach buraka cukrowego. Jest to spowodowane zbyt powolnym wzrostem liści. Jednak zazwyczaj w miarę rozwoju roślin optymalne temperatury wzrastają, a w drugiej połowie lata ulegają obniżeniu. Duże wahania temperatur w ciągu doby w końcowym okresie wegetacji są korzystne dla zawartości cukru w korzeniach buraka cukrowego poprzez hamowanie przyrostu nowych liści. Z kolei niskie temperatury w pierwszym roku wegetacji we wczesnych fazach rozwojowych zwiększają ryzyko wystąpienia pośpiechów buraka, czyli pędów kwiatostanowych pojawiających się już w pierwszym roku wegetacji buraka cukrowego (rys. 3). Pośpiechy wyrastają w rzędach, mają cienkie, twarde i włókniste korzenie, nie mają wartości rolniczej oraz utrudniają zbiór mechaniczny typowych korzeni buraka, dlatego znaczna ilość pośpiechów na plantacji buraka jest niewskazana. Nasiona wytworzone na pędach pośpiechów mogą dojrzeć i osypać się do gleby i tym sposobem zasilić glebowy bank nasion chwastów. Rośliny kiełkujące z takich nasion będą zachwaszczać plantację buraków w kolejnej rotacji buraka na danym polu jako bardzo trudne do zwalczania chwasty. Z tego powodu zauważone w uprawach buraka pośpiechy, podobnie jak burakochwasty, należy usuwać z pola zanim wydadzą nasiona.

Nastłonecznienie jest w przypadku buraka cukrowego ważnym elementem, decydującym o jakości plonu głównego. Słoneczny kwiecień wpływa korzystnie na ogrzewanie gleby – przyspiesza kiełkowanie i wschody buraka cukrowego. W początkowych fazach rozwojowych, kiedy liście buraka nie są w pełni wykształcone, mogą wykorzystać nie więcej niż 30% dostępnego promieniowania. Duże nastłonecznienie w okresie od 3 dekady sierpnia aż do końca września, korzystnie wpływa na asymilację oraz sprzyja zwiększaniu stężenia cukru w korzeniach buraka cukrowego. Z powodu pozytywnej

reakcji buraka cukrowego na dobre doświetlenie łanu, korzystne jest wysiewanie roślin w orientacji północ-południe, co jest rekomendowane w uprawie również innych roślin.

Burak cukrowy ma duże potrzeby pokarmowe, ponieważ buduje ogromną biomasę zarówno nadziemną, jak i podziemną. W ostatnich latach średnie plony buraków cukrowych w Europie kształtują się na poziomie przekraczającym 65 ton z hektara.

Rysunek 3. Pośpiechy buraka cukrowego w pierwszym roku wegetacji.  
Fot. A. Perzanowska



## 3

TECHNOLOGIA UPRAWY  
REGENERATYWNEJ

## 3.1

## Stanowisko i przedplon

W uprawie regeneratywnej należy zwrócić uwagę na miejsce w płodozmianie uprawianej rośliny. Liczy się zarówno przedplon, ale też to jakie warunki uprawiana roślina stwarza dla rośliny następczej. Burak cukrowy jako przedplon ma wiele zalet. Pozostawia bogate stanowisko kiedy jest uprawiany na oborniku i pozostawione są liście, co w dzisiejszych czasach kombajnowego zbioru korzeni buraka jest normą. Dawniej przed zbiorem ogławiano buraki, czyli odcinano rozetę z górną częścią korzenia (epikotylem) i biomasę tę wykorzystywano jako paszę w gospodarstwie (rys. 4). Tradycyjnie stosowano również nawozy naturalne pod buraka, co rekompen-

sowało wywożenie z pola plonu ubocznego. Nawożenie buraków obornikiem korzystnie wpływa nie tylko na samego buraka, ale także na rośliny następcze. Dzięki tym zaletom uprawa buraka w płodozmianie ciągle bardzo dobrze wpisuje się w zasady rolnictwa regeneratywnego, w których jest on często postrzegany jako roślina polepszająca stanowisko, przerywająca płodozmiany zbożowe. Jego uprawa negatywnie oddziałuje jednak na fizyczne właściwości gleby, dlatego też w zmianowaniu w burakiem cukrowym należy wdrażać różne metody, które będą poprawiały fizyczną jakość gleb.

Rysunek 4. Ogłowione korzenie buraka cukrowego.

Fot. A. Perzanowska



Burak cukrowy ma wysokie wymagania, jeśli chodzi o roślinę przedplonową. Można wyróżnić kilka roślin, po których burak nie powinien być uprawiany. Wyłączenia te są podyktowane nadmiernym nasileniem patogenów, jeśli uprawia się te gatunki w zmianowaniu z burakiem cukrowym. Do roślin niezalecanych należy rzepak z powodu presji samosiewów rzepaku i mątwika burakowego. Nie powinno się również zakładać plantacji buraka cukrowego bezpośrednio po zaoranych łąkach, krótkotrwałych użytkach zielonych i mieszkach bobowato-trawiatych wprowadzanych na grunty uprawne z uwagi na silniejsze przesuszenie gleby oraz ryzyko wstępowania drutowców, mogących uszkadzać korzenie buraka cukrowego. Przedplonem zalecany dla buraka cukrowego są rośliny bobowate np. groch, bobik, soja, mające podobne wymagania glebowe jak burak cukrowy oraz zostawiające zasobne w azot stanowisko, a w przypadku głęboko korzeniącego się bobiku, również rozluźnione głębsze warstwy gleby (działanie fitomelioracyjne).

Aby zminimalizować potencjalne problemy z nienajlepszymi czy zgorzelą siewek, najkorzystniejsze jest planowanie uprawy buraka w płodozmianie co najmniej 4-letnim. Uprawa buraka w mniejszych odstępach czasu oraz w zmianowaniu z rzepakiem sprawia, że istnieje duże ryzyko wyburaczenia, czyli namnażania chorób i szkodników typowych dla buraka. W przypadku dużej presji szkodników i chorób zaleca się nawet wydłużenie rotacji buraka cukrowego.

Burak cukrowy jako roślina wysiewana wiosną, daje duże możliwości wyboru roślin przedplonowych oraz

zaplanowania międzyplonów z pozostawieniem ich na zimę, co gwarantuje ochronę gleby przed erozją. Najlepszym z wielu względów i najczęściej wybieranym przedplonem dla buraka cukrowego są zboża, zwłaszcza pszenica ozima. Po zbiorze tego zboża pozostaje dużo czasu na siew międzyplonu.

Z kolei stanowisko po buraku cukrowym dobrze nadaje się do uprawy roślin zbożowych. W zależności od terminu zbioru korzeni buraka cukrowego stanowisko może być wykorzystane do uprawy pszenicy ozimej, przewódkowych odmian pszenicy jarej lub innych roślin jarych. Spośród upraw jarych dobrym wyborem poza pszenicą jarą będzie również kukurydza czy jęczmień jary odmian pastewnych. Ze względu na dużą zawartość azotu w glebie po uprawie buraka cukrowego pochodzącego z rozkładanej biomasy liści, nie zaleca się wysiewu jęczmienia browarnego, bo może to skutkować zbyt dużą zawartością białka w ziarniakach, co jest niekorzystne w procesie warzenia piwa.

Stosowanie zasad rolnictwa regeneracyjnego pozwala zmniejszyć negatywne oddziaływanie uprawy buraka cukrowego na glebową materię organiczną. Po jednym sezonie wegetacyjnym buraka cukrowego z gleby ubywa średnio 1,5 tony materii organicznej w przeliczeniu na hektar (zakres 0,76 – 1,84 t·ha<sup>-1</sup> w zależności od rodzaju gleb i typu gospodarowania). Jedną z możliwości poprawy bilansu materii organicznej w płodozmianach z burakiem cukrowym jest pozostawianie słomy po zbiorze przedplonu oraz pozostawianie liści z buraka cukrowego jako nawozu zielonego, jednak mogą być to zabie-

Rysunek 5 i 6. Mieszanki poplonowe.  
Fot. M. Wijata



gi niewystarczające, by w pełni zrekompensować straty materii organicznej gleb powodowane uprawą buraków cukrowych. Prosty i korzystny rozwiązaniem jest stosowanie międzyplonów ścierniskowych, jako źródła glebowej materii organicznej. W rolnictwie regeneratywnym stosowanie międzyplonów jest ważnym działaniem, poprawiającym strukturę gleby, wpływającym korzystnie na bilans materii organicznej, a także akumulację składników pokarmowych i udostępnianie ich dla roślin następczych. Biomasa międzyplonu wykazuje działanie nawozowe, ale też poprzez zwiększanie zawartości materii organicznej, stymuluje aktywność mikroorganizmów glebowych. Najbardziej zalecane międzyplony stosowane przed burakiem cukrowym to gorczyca biała, rzodkiew oleista oraz facelia błękitna. Pomimo iż uprawa roślin kapustnych w płodozmianach z burakiem nie jest wskazana z uwagi, że są one żywicielami mątwika burakowego, to do wysiewu przed burakiem wykorzystuje się ich odmiany mątwikobójcze, wykazujące działanie fitosanitarne. Przydatna jako międzyplon może być też mątwikobójcza facelia błękitna. Dobrym rozwiązaniem jest stosowanie w międzyplonie mieszanek kilku roślin, co zwiększa szansę powodzenia międzyplonu oraz umożliwia większe wykorzystanie jego funkcji produkcyjnych i przyrodniczych (rys. 5 i 6). Dodatkową zaletą wielogatunkowych mieszanek jest ich atrakcyjność dla pszczoł i innych owadów zapylających, gdyż najczęściej są to rośliny nektarodajne i miododajne.

Kolejną wadą wprowadzania buraka do płodozmianu jest jego niekorzystne oddziaływanie na strukturę gleby, zwłaszcza jej niszczenie w momencie zbioru korzeni buraka. Dlatego też w podejściu regeneratywnym do uprawy buraka należy minimalizować ryzyko niszczenia

struktury i układu gleby (patrz rozdział 3.10) oraz zadbać o odbudowę struktury i innych fizycznych właściwości gleby w kolejnych ogniwach zmianowania.

W gospodarstwach produkujących pasze objętościowe na gruntach uprawnych z wykorzystaniem roślin bobowatych drobnonasiennych czy mieszanek bobowato-trawiastych w uprawie polowej, zaleca się ich uprawę w stanowiskach bezpośrednio po roślinach okopowych. Wynika to z tego, że rośliny okopowe, takie jak burak, pozostawiają stosunkowo dobrze odchwaszczone stanowisko, co istotnie zmniejsza ryzyko zagłuszenia drobnych siewek traw i bobowatych przez znacznie szybciej rosnące chwasty. Jednak przede wszystkim rośliny bobowate wieloletnie oraz ich mieszanki z trawami powinny być postrzegane jako rośliny strukturotwórcze w płodozmianie, odbudowujące stabilność agregatów glebowych i zasoby materii organicznej gleb po uprawie roślin przyczyniających się do destabilizacji struktury gleby i zubażających gleby w materię organiczną, takich właśnie jak rośliny okopowe. Dobre zakrycie gleby, bujny system korzeniowy z dużą ilością drobnych korzeni, bogate w azot wydzieliny korzeniowe oraz duża ilość deponowanych do gleby resztek organicznych pobudzających życie biologiczne gleby to czynniki odpowiedzialne za rozwój trwałej struktury gleb w trakcie uprawy traw i mieszanek traw z bobowatymi. Trwała struktura gleby chroni również cząstki materii organicznej przed ich szybkim rozkładem i mineralizacją. Podobne uzasadnienie dotyczy dodatku roślin bobowatych i innych gatunków dobrze przerastających glebę do mieszanek międzyplonowych uprawianych w płodozmianach z burakiem cukrowym.

## 3.2

### Dobór odmian

Wybór odmiany jest pierwszą, kluczową decyzją, żeby zapewnić powodzenie uprawy buraka cukrowego i w uprawie regeneratywnej kładzie się duży nacisk na ten aspekt. Przy wyborze odmiany należy kierować się plonem korzeni, plonem cukru biologicznego i technologicznego, a także podwyższoną odpornością lub tolerancją na choroby i szkodniki. W regionach o większym natężeniu chorób np. chwościka burakowego (np. południe Polski), należy wybierać odmiany o podwyższonej odporności na ten patogen. To właśnie wybór odmiany odpornej na choroby lub o podwyższonej tolerancji jest jedną z metod ochrony przed patogenami, zalecaną w uprawie regeneratywnej i znacznie ograniczającą stosowanie pestycydów.

Obecnie plantacje buraka w Polsce zlokalizowane są w pobliżu cukrowni. Dlatego też producenci cukru w danym rejonie, w porozumieniu z plantatorami, typują odmiany rekomendowane do uprawy. Dobrej jakości materiał siewny kwalifikowany jest niezbędny do wykonania siewu punktowego nasion buraka, ale też w początkowych fazach rozwojowych roślin cechy nasion mogą mieć wpływ na rozwój siewek. Wachlarz odmian buraka cukrowego jest bardzo szeroki, a postęp hodowlany w przypadku tej rośliny jest bardzo dynamiczny i ukierunkowany głównie na zwiększanie tolerancji na choroby, suszę i herbicydy oraz zwiększenie plonów korzeni i cukru. Prowadzi się także prace nad uzyskaniem ozimych form buraka cukrowego, co ma na celu zwiększenie jego produktywności.

## Uprawa gleby

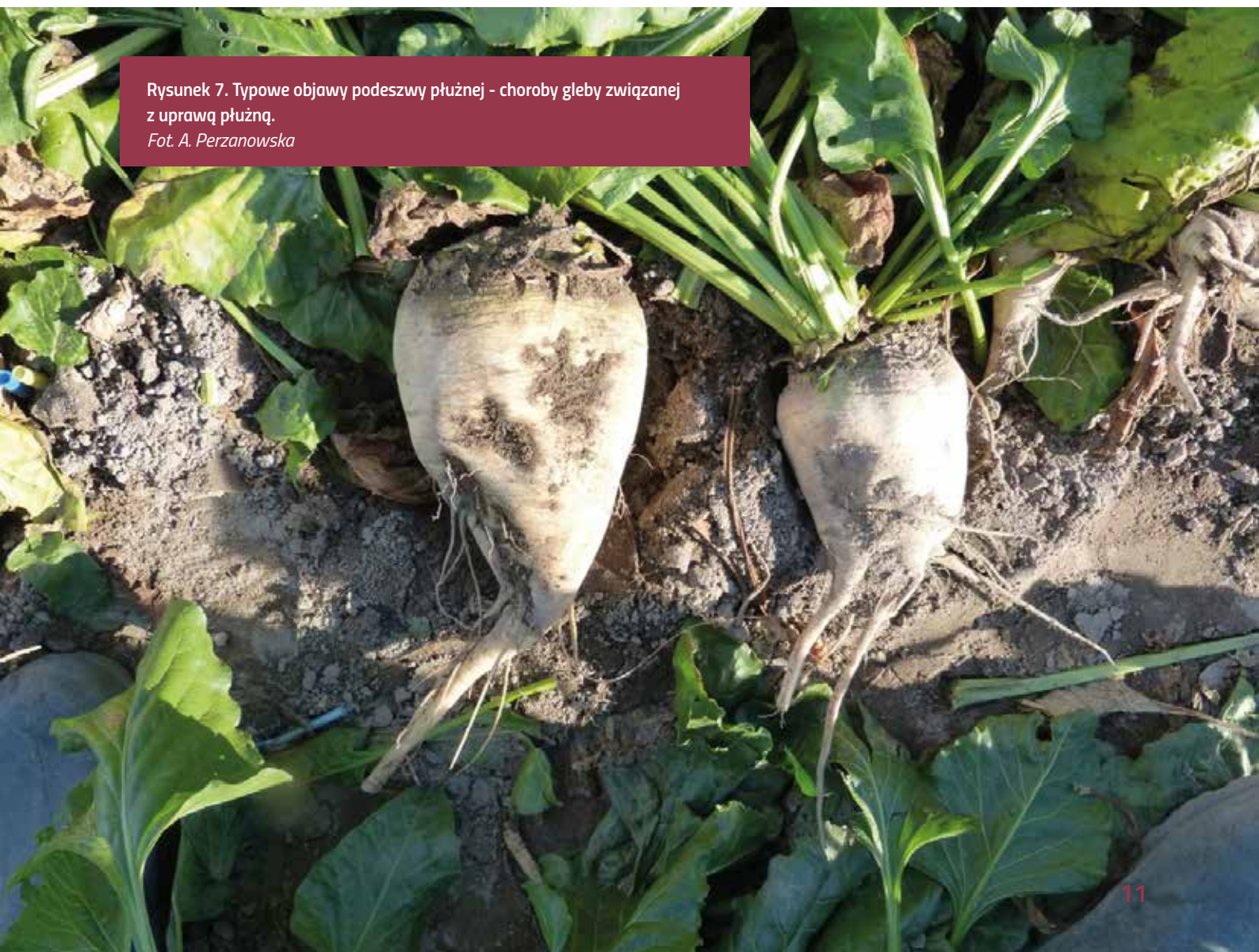
## 3.3

Tradycyjnie w płużnej uprawie buraka cukrowego stosuje się głęboką orkę przedzimową jako podstawowy zabieg uprawy roli. W podejściu regeneratywnym do uprawy, jesienna uprawa gleby oraz przygotowanie gleby pod siew nasion buraka powinny być w jak największym stopniu uproszczone, dlatego w miarę możliwości orka powinna być zastępowana uprawą bezorkową. Orka jest zabiegiem bardzo kosztownym i energochłonnym, a dodatkowo niszczy strukturę gleby oraz zaburza jej naturalny układ. Po zastosowaniu orki, konieczne jest wdrożenie szeregu zabiegów doprawiających glebę przed siewem, co dodatkowo powoduje nadmierne przesuszenie gleby i mechaniczne niszczenie agregatów glebowych, a także w połączeniu z orką niekorzystnie wpływa na aktywność biologiczną gleby. Orka sprzyja również powstawaniu podeszwy płużnej, czyli choroby gleby występującej w płużnym systemie uprawy roli. Podeszwa płużna to

silnie zbita warstwa gleby występująca bezpośrednio pod warstwą orną, która powstaje w wyniku ugniatania zbyt wilgotnego dna bruzdy kołami ciągnika i ślizgającego się po dnie bruzdy płozu pługów. Powstaje w glebie, jeśli orka wykonywana jest na polu w kolejnych sezonach na podobną głębokość. Choroba ta utrudnia prawidłowy rozwój korzeni buraka cukrowego i innych roślin uprawnych. Prawidłowo rozwinięty system korzeniowy buraka cukrowego rozrasta się do głębokości nawet powyżej 100 cm i składa się z korzenia spichrzowego oraz głębiej sięgających korzeni sorbujących. Obecność w podskibiu podeszwy płużnej sprawia, że korzenie właściwe buraka cukrowego wyginają się i rozwidlają (rys. 7) oraz jednocześnie znacznemu ograniczeniu ulega możliwość rozrastania się dolnej części korzenia właściwego oraz korzeni bocznych w głąb profilu glebowego.

Rysunek 7. Typowe objawy podeszwy płużnej - choroby gleby związanej z uprawą płużną.

Fot. A. Perzanowska





Rysunek 8. Problemy z infiltracją (wsiąkaniem) wody po obfitych opadach mogą świadczyć o występowaniu na polu podeszwy płuznej oraz zagęszczenia podglebia.

Fot. A. Perzanowska

Zaburzenie w rozwoju korzeni spowodowane podeszwą płuzną może zwiększać wrażliwość buraków na okresowe niedobory wody w glebie oraz potęgować negatywne skutki stresu suszy, a także pogorszyć efektywność pobierania składników pokarmowych z gleby. Występowanie podeszwy płuznej może bowiem znacząco utrudniać podsiąkanie wody z głębszych warstw gleby ku powierzchni oraz wsiąkanie wody opadowej w głąb profilu glebowego, co negatywnie wpływa na retencję wody oraz uwilgotnienie warstwy uprawnej. Zarówno ograniczenie podsiąku kapilarnego ku powierzchni gleby w okresach między opadami (potęgowanie przesuszenia warstwy uprawnej), jak i ograniczenie odpływu wody z warstwy powierzchniowej w głąb gleby w okresach deszczowych (stagnacja wody opadowej na powierzchni pola) powoduje wystąpienie niekorzystnych warunków wodno-powietrznych dla rozwoju roślin. W przypadku stwierdzenia występowania na polu podeszwy płuznej (obserwuje się dużą ilość w plonie korzeni rozwidlonych czy wygiętych - rys. 7 oraz po obfitych opadach na polu pojawiają się zastoiska wodne - rys. 8), bezwzględnie wykonać należy zabieg głęboszowania. Głęboszowanie najlepiej przeprowadzić przy stosunkowo małej wilgot-

ności gleby, najlepiej zaraz po zbiorze roślin wcześniej schodzących z pola. Jeżeli pole znajduje się na zboczu, głęboszowanie należy wykonać wzdłuż warstwic, żeby zapobiec erozji, a na gruntach zmeliorowanych zabieg ten prowadzić pod kątem prostym do rurociągów drenarskich.

Tradycyjna uprawa płuzna stosowana zwłaszcza na glebach o ujemnym bilansie materii organicznej, może prowadzić do łatwego niszczenia struktury gleb przez deszcz i łatwego zaskorupiania pozbawionej resztek przedplonu powierzchniowej warstwy po wystąpieniu ulewnych upadów. Rozmyta struktura gleby po wyschnięciu tworzy przy powierzchni gleby twardą skorupę (rys. 9) o grubości około 1 cm. Zaskorupienie gleb niesie niebezpieczeństwo hamowania wzrostu roślin buraka cukrowego w okresie wschodów, przyspiesza wysychanie gleby, ogranicza wymianę gazową pomiędzy glebą a atmosferą i zwiększa narażenie wschodzących roślin na choroby grzybowe, takie jak zgorzel siewek. Szczególnie narażone na powstawanie twardej skorupy są gleby cięższe, na których zwykle uprawia się buraki cukrowe, ale nie dba się o prawidłowy bilans materii organicznej i wprowadzanie do płodozmianu upraw strukturotwór-



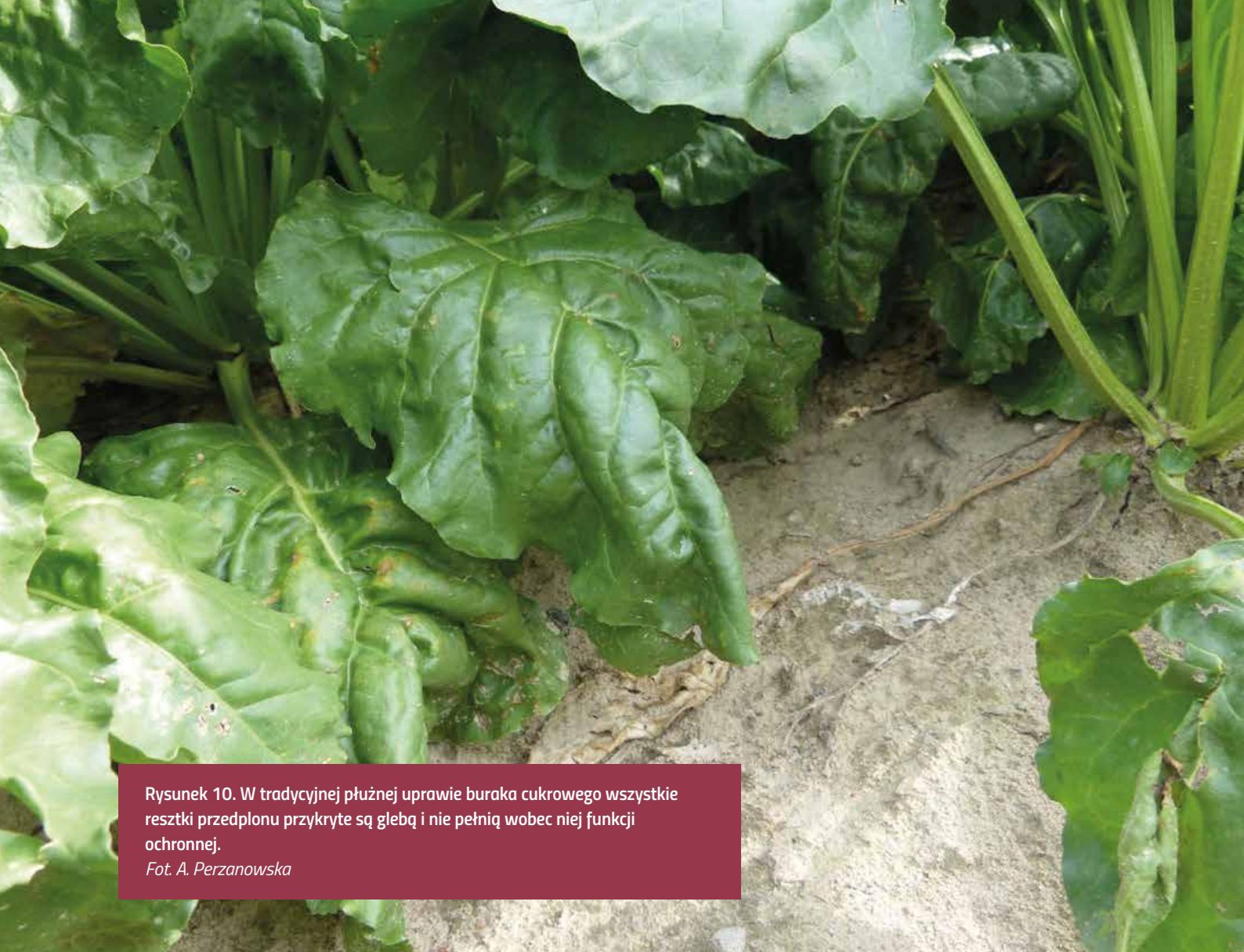
Rysunek 9. Skorupa glebowa powstaje w wyniku wyschnięcia rozmytej powierzchniowej warstwy gleby i stawia opór mechaniczny wschodzącym roślinom.

Fot. A. Perzanowska

czych. Jeżeli powstała skorupa nie zostanie na czas rozmoczona kolejnymi opadami deszczu, istnieje ryzyko dużych strat we wschodach i obsadzie buraka cukrowego.

Aby wyeliminować niekorzystne działanie orki na glebę, w uprawie regeneratywnej zaleca się rezygnację z tego zabiegu na rzecz uproszczeń, na każdym etapie przygotowywania gleby do siewu. Z pomocą przychodzi szeroka gama maszyn i narzędzi rolniczych, służąca do uproszczonej, bezorkowej uprawy gleby. W systemach bezorkowych uprawa podstawowa wykonywana jest najczęściej za pomocą różnego typu agregatów, kultywatorów czy bron. Elementy robocze tego typu narzędzi i maszyn uprawowych nie zapewniają dokładnego odwracania uprawianej warstwy gleby i braku obecności resztek przedplonu na powierzchni gleby, co ma miejsce w konwencjonalnej uprawie płużnej (rys. 10). Dzięki temu w trakcie całej wegetacji buraka cukrowego na powierzchni gleby utrzymuje się pewna ilość resztek przedplonu, pełniących funkcje ochronną wobec gleby (rys. 11). Wprowadzanie na pola uprawy bezorkowej powinno być poprzedzone głęboszowaniem, zwłaszcza jeżeli przyszła uprawa uproszczona będzie prowadzona na głębokość podobną lub mniejszą od do tej pory stosowanej orki.

Pierwszym, zalecanym w bezorkowej uprawie regeneratywnej krokiem jest szybkie płytkie spulchnienie powierzchni pola i wymieszanie resztek poźniwnych przy pomocy agregatu uprawowego na bazie kultywatora, brony redlicowej, sprężynowej rotacyjnej (sprawdza się na glebach średnich i ciężkich) zaraz po zbiorze przedplonu. Przy nawożeniu pola słomą, należy zadbać o dobre jej rozdrobnienie i równomierne rozrzucenie na powierzchni pola przed rozpoczęciem uprawy. Po spulchnieniu pola następuje wysiew międzyplonu, jeśli termin zbioru przedplonu umożliwia wprowadzenie międzyplonów do ogniwa przedplon - burak cukrowy. Nasiona międzyplonu można również wysiać na powierzchnię pola przed wykonaniem płytkiej uprawy, gdyż jak najszybsze wysianie międzyplonu ścierniskowego jest ważniejsze, niż przygotowanie roli pod jego uprawę. Stosuje się także agregaty uprawowo-siewne. Z punktu widzenia rolnictwa regeneratywnego, stosowanie międzyplonów przed burakiem cukrowym jest bardzo ważnym działaniem, którego nie należy pomijać. Szczególnie, że zwykle od zbioru przedplonu, którym zazwyczaj są rośliny zbożowe, do siewu buraka cukrowego, pozostaje dużo czasu na uprawę mieszanek międzyplonowych. Międzyplony



Rysunek 10. W tradycyjnej płuźnej uprawie buraka cukrowego wszystkie resztki przedplonu przykryte są glebą i nie pełnią wobec niej funkcji ochronnej.

Fot. A. Perzanowska

poprawiają bilans materii organicznej w płodozmianach z burakiem cukrowym, a także umożliwiają produktywnie wykorzystanie pozostałych w glebie składników pokarmowych oraz wody glebowej w okresie przedzimowym. Zasoby te nie są bezproduktywnie tracone w wyniku parowania oraz wymywania, kiedy powierzchnia gleby jest niezagospodarowana roślinnością, lecz są zużywane na produkcję kolejnej biomasy, która ostatecznie wróci do gleby w postaci nawozu zielonego i zasili zapasy glebowego węgla oraz składników pokarmowych. Również woda glebowa wykorzystana na produkcję biomasy międzyplonu jest uzupełniana w okresie jesienno - zimowym, kiedy rośliny zamierają. W systemach uprawy bezorkowej rośliny uprawiane w międzyplonie pozostawia się na okres zimy na polu, chroniąc tym sposobem glebę w okresie jesień – wiosna przed erozją i wymywaniem składników pokarmowych. Odpowiednie zarządzanie resztkami przedplonu oraz międzyplonami przyczynia się do poprawy stabilności struktury warstwy powierzchniowej pola, która bez ochronnej funkcji resztek roślinnych jest ciągle narażana na czynniki niszczące strukturę, takie jak opady deszczu czy wiatr, co sprzyja

jej zaskorupianiu. Pozbawiona okrycia gleba również łatwo traci wodę i wysycha.

Kolejnym etapem są zabiegi przedsewne wykonywane w okresie wiosennym. Są one różne w zależności od zastosowanej metody siewu. Możliwy jest wysiew nasion buraka cukrowego punktowo po wymieszaniu mulczu z glebą agregatem uprawowym, wysiew nasion bezpośrednio w mulcz bez stosowania uprawy roli (rzadziej stosowany w uprawie buraka cukrowego siew bezpośredni) czy siew pasowy.

W rolnictwie regeneratywnym w uprawie buraka z powodzeniem można stosować głęboką uprawę bezorkową całej powierzchni pola, zaleca się również uprawę pasową (strip-till), czyli uprawę gleby tylko w wąskich pasach, w których wysiewane są również nasiona buraka. W uprawie pasowej spulchnianie gleby, wysiew nasion i nawozu (pod korzeń) oraz odgarnianie resztek przedplonu wykonywane są w trakcie jednego przejazdu agregatu, przy jednoczesnym pozostawieniu resztek przedplonu i niezaburzonego układu gleby w pasach nieuprawianych. Z punktu widzenia zrównoważonej uprawy regeneratywnej jest to bardzo korzystne rozwią-



Rysunek 11. Resztki przedplonu (pszenicy ozimej) obecne na powierzchni gleby w systemie bezorkowej uprawy buraka cukrowego.

Fot. A. Perzanowska

zanie, z jednej strony obniżające nakłady czasu i energii na uprawę roli oraz poprawiające efektywność nawożenia, a z drugiej zwiększające rezerwy wody glebowej przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiedniego układu, spulchnienia i szybszego nagrzewania gleby wiosną dla rozwijających się siewek oraz korzeni buraka cukrowego w spulchnionym pasie. Obecność resztek przedplonu w nieuprawionych pasach ogranicza parowanie wody z gleby. Brak uprawy sprawia również, że prawidłowa struktura gleby zostaje zachowana w pasach, pełniąc funkcję retencyjną oraz ochronną wobec materii organicznej wbudowanej w struktury agregatów glebowych oraz wobec organizmów glebowych, na które uprawa mechaniczna gleby działa negatywnie.

Zarówno badania, jak również praktyka rolnicza pokazują, że burak cukrowy jest rośliną, którą z powodzeniem można uprawiać w systemach bezorkowych, zwłaszcza w siewie pasowym, uzyskując podobne, a nawet wyższe plony korzeni i cukru. Przemawia to za stosowaniem tego typu rozwiązań rolnictwa regeneratywnego w uprawie buraka cukrowego, co w perspektywie wieloletniej przynosi same korzyści. Stosując zasady

uprawy bezorkowej, wpływamy korzystnie na strukturę gleby, zawartość wody w glebie, zawartość materii organicznej, dzięki czemu rośliny buraka cukrowego oraz rośliny następcze mogą rosnąć w bardziej sprzyjających warunkach glebowych.

Bez względu na rodzaj uprawy wykonywanej na polu, wszelkie zabiegi powinno prowadzić się w optymalnej wilgotności uprawowej. W celu zdiagnozowania, czy gleba uzyskała wilgotność uprawową optymalną, można przeprowadzić proste badania organoleptyczne próbek gleby pobranych szpadlem z całej głębokości warstwy uprawnej. Przy optymalnej wilgotności uprawowej gleba ściśnięta w garści nie lepi się, lecz kruszy, a swobodnie rzucona z wysokości 1 m rozpada się na grudki. Taki stan uwilgotnienia zapewnia uzyskanie najlepszych efektów uprawy mechanicznej, a także minimalizuje ryzyko wystąpienia chorób gleby, związanych z poruszaniem się po polu ciągników oraz oddziaływania maszyn i narzędzi uprawowych.

## 3.4

## Siew

Materiałem siewnym buraka cukrowego są jego owoce, tzw. kłębki nasienne (rys. 12). Siew odbywa się siewnikiem punktowym, dlatego ważne jest, żeby nasiona miały jednakową wielkość i kształt. W tym celu nasiona

pokrywa się specjalną otoczką, która ujednolica nasiona, a zawarte w niej fungicydy i insektycydy, chronią je już od momentu umieszczenia w glebie (rys. 13).



Rysunek 12 i 13. Kłębki nasienne (po lewej) i otoczkowane nasiona (po prawej) buraka cukrowego.  
Fot. A. Perzanowska

Termin siewu buraka cukrowego jest ściśle powiązany z temperaturą gleby. Burak wysiewa się, gdy temperatura gleby na głębokości 5 cm wyniesie 5–10°C, co w warunkach Polski przypada na okres II dekada marca – II dekada kwietnia. Siew nasion buraka cukrowego

powinien zostać wykonany na głębokość 2–4 cm. Na cięższych glebach powinna być ona mniejsza (2–3 cm), niż na glebach lżejszych (3–4 cm). Im wyższa średnia temperatura gleby po siewie nasion, tym bardziej skracają się czas wschodów polowych (Tab. 1.).

**Tabela 1. Czas trwania wschodów polowych buraków w zależności od średniej dziennej temperatury gleby**

| Zakres średnich temperatur gleby [°C] | Czas trwania wschodów polowych [dni] |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 3,3–7,2                               | 21                                   |
| 7,3–11,1                              | 10–20                                |
| 11,2–15,6                             | 7–12                                 |
| 15,7–21,0                             | 5–7                                  |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Podlaski i in. (2017)

W Polsce wyróżniamy kilka rejonów uprawy buraka cukrowego. Termin siewu jest w dużym stopniu uzależniony od rejonu klimatyczno-glebowego. Dla Polski południowo-zachodniej optymalny termin siewu to ostatnia dekada marca i początek kwietnia, dla Polski centralnej, wschodniej oraz północnego zachodu – to pierwsza połowa kwietnia, a dla Polski północnej – druga połowa kwietnia. W praktyce, niezależnie od regionu stosuje się zasadę, że siew buraków cukrowych wykonuje się tak szybko, jak możliwe jest prowadzenie prac polowych wiosennych i minie ryzyko silnych przymrozków. Pozwala to na maksymalne wydłużenie

okresu wegetacji dla buraka cukrowego, który na rozwój potrzebuje od 180 do 190 dni od siewu do zbioru.

Na prawidłowo przygotowanym polu, nasiona buraka cukrowego wysiewa się w ilości 1,1-1,2 jednostki siewnej na ha (1 jednostka siewna = 100 000 nasion), co daje 110-120 tys. szt. nasion na powierzchni 1 hektara. Przyjmuje się rozstaw rzędów 45-50 cm, w zależności od zastosowanego siewnika. Nasiona w rzędzie umieszcza się punktowo w odległości, co ok. 18 cm, ale można też rzadziej np. co 21 cm, a nawet 24 cm. Takie parametry siewu dają ostateczną obsadę 8-10 roślin na 1 m<sup>2</sup> (Tab. 2).

**Tabela 2. Normy wysiewu buraka cukrowego w ilości jednostek siewnych na 1 hektar**

| Odległość nasion w rzędzie w cm | Zapotrzebowanie nasion w jednostkach siewnych |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|
| 16                              | 1,4                                           |
| 18                              | 1,2                                           |
| 20                              | 1,1                                           |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Metodyka integrowanej produkcji buraka (2023)

Stosunkowo wysoka obsada buraków ma wiele zalet. Przede wszystkim poprawia wykorzystanie wody z głębszych warstw gleby. Buraki przy większej obsadzie lepiej zacieniają glebę w okresie wegetacji, co ogranicza straty wody poprzez parowanie z powierzchni gleby, a przy ulewnych deszczach, zapobiega destrukcyjnemu wpływowi na strukturę gleby.

Prawidłowa obsada buraka wpływa też na wielkość korzeni, zwiększa udział korzeni o optymalnej masie, a ogranicza występowanie korzeni zbyt drobnych i za dużych. Najwyższą jakość wykazują korzenie o masie 500-700 g i ich udział w plonie powinien być największy. W tabeli 3 przedstawiono % udział korzeni o różnej masie w zależności od obsady roślin.

**Tabela 3. Udział masy korzeni buraków (%) w zależności od obsady roślin**

| Obsada<br>w tys. szt. • ha <sup>-1</sup> | Masa korzeni (g) |          |           |       |
|------------------------------------------|------------------|----------|-----------|-------|
|                                          | <800             | 800-1200 | 1200-1600 | >1600 |
| 60                                       | 3                | 18       | 50        | 29    |
| 75                                       | 18               | 57       | 25        | -     |
| 90                                       | 58               | 42       | -         | -     |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Ostrowska (2001)

## 3.5

## Nawadnianie i gospodarka wodna

Planując nawadnianie roślin uprawnych należy mieć na uwadze, że zasoby wodne na Ziemi są ograniczone. W podejściu regeneratywnym, proponowane są rozwiązania mające na celu zwiększanie ilości wody zretencjonowanej w glebie, dzięki którym można uniknąć nawadniania. Poprzez praktyki odbudowujące w glebie zasoby materii organicznej i stabilność agregatów glebowych (np. uprawa uproszczona, pozostawianie resztek poźniwnych, stosowanie międzyplonów oraz nawozów organicznych i naturalnych, układanie prawidłowych płodozmianów) można wpłynąć na retencję wodną gleb uprawnych. Ważny jest też dobór gatunków roślin do stanowiska. Burak cukrowy ma duże wymagania wodne i jest wrażliwy na niedobory wilgoci w okresach krytycznych, dlatego powinien być uprawiany na najlepszych glebach o dużych zdolnościach retencyjnych, które są mniej wrażliwe na okresowe niedobory opadów.

Burak cukrowy najwięcej wody potrzebuje wiosną, w czasie wschodów oraz w miesiącach letnich, kiedy najwięcej transpiruje i rośnie. Niedobór wody w tych okresach skutkuje spadkiem plonowania i zawartości cukru w korzeniach. Najwyższe plony buraka cukrowego uzyskuje się w latach, kiedy suma opadów atmosferycznych wynosi około 600 mm oraz zapewnia dostateczny dopływ wody w okresie wiosny i silnego przyrostu biomasy. W krytycznym 30-dniowym okresie wzrostu (21 lipca - 20 sierpnia) maksymalne zużycie wody przez rośliny buraka wynosi 6 mm/dzień. W najgorętsze dni lata, kiedy system korzeniowy buraka jest już w peł-

ni rozwinięty, zużycie wody może dochodzić do 7 mm/dzień. Wskazuje to, że burak do zaspokojenia tych potrzeb wymaga znacznych ilości wody dostępnej dla roślin w okresie praktycznie całej wegetacji. Zużycie wody przez rośliny buraka cukrowego zależy od wielkości wytworzonego plonu. Przy plonowaniu korzeni na poziomie 50 t/ha rośliny zużywają około 500 mm wody, natomiast przy plonowaniu rzędu 60 ton/ha zużycie wody wynosi około 730 mm. W warunkach Polski potrzeby wodne buraka cukrowego w stosunku do opadów wynoszą 385-450 mm w okresie od początku wegetacji do zbioru. Resztę zapotrzebowania na wodę burak pokrywa z zapasów wody glebowej oraz z podsiąku kapilarnego wody z głębszych warstw.

Jeśli już decydujemy się na nawadnianie, to powinno być ono dostosowane do rzeczywistych potrzeb nawadnianej rośliny, z uwzględnieniem okresów krytycznych, kiedy to zapotrzebowanie jest największe oraz precyzyjnie ustalonych dawek polewowych. Badania wskazują, że optymalna zawartość wody w glebie dla rozwoju roślin i plonu korzeni wynosi co najmniej 70% polowej pojemności wodnej. Polowa pojemność wodna (PPW) danej gleby (ang. field capacity – FC), czyli maksymalna jej zdolność retencyjna, powinna być również podstawą ustalenia dawki nawodnieniowej. Dawka wody uzupełniająca deficyt aktualnej wilgotności w stosunku do polowej pojemności wodnej w danej warstwie gleby powinna być ustalana według następującej zależności:

$$D = (\text{polowa pojemność wodna} - \text{wilgotność aktualna gleby}) \cdot h$$

gdzie:

**D – dawka nawodnieniowa (irrigation dose) w m<sup>3</sup>**

**h – miąższość nawadnianej warstwy w m**

**Należy również uwzględnić wielkość nawadnianej powierzchni.**

Zatem przy założeniu, że aktualna objętościowa zawartość wody (volumetric moisture content) w glebie z powodu suszy w krytycznej fazie wzrostu buraka jest mała i wynosi np. 0,10 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (10 % objętościowych) (percentage by volume), podczas gdy polowa pojemność wodna tej gleby wynosi 0,30 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, kalkulacja dawki nawodnieniowej obliczona dla powierzchni 1 ha jest następująca:

Deficyt aktualnej wilgotności gleby w stosunku do polowej pojemności wodnej = 0,30 – 0,10 = 0,20 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>  
Dawka wody użyta do nawodnienia (D) warstwy o miąższości 30 cm na powierzchni 1 ha (10000 m<sup>2</sup>) wynosi zatem:

$$D = 0,2 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 10000 \text{ m}^2 = 600 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Taka dawka nawodnieniowa odpowiada opadom wysokości 60 mm.

Burak bardzo dobrze reaguje na nawodnienie. Nawadnianie plantacji buraka cukrowego wpływa korzystnie na stabilizację plonów w latach. Jednak nadmierne nawadnianie tuż przed zbiorem buraków wpływa niekorzystnie na zawartość cukru w korzeniach. W klimacie umiarkowanym nawadnianie plantacji buraka cukrowego powinno mieć jedynie charakter interwencyjny, czyli być stosowane w sytuacji zagrożenia plonów spowodowanych suszą. Jedynie w suchych i półsuchych rejonach klimatycznych regularne nawadnianie powinno stanowić stały element agrotechniki w uprawie buraka cukrowego. Nawadnianie buraka powinno opierać się na nowoczesnych, oszczędzających wodę i energię systemów nawadniających oraz uzyskiwaniu dokładniejszych harmonogramów nawadniania i metod kontroli.

wanych suszą. Jedynie w suchych i półsuchych rejonach klimatycznych regularne nawadnianie powinno stanowić stały element agrotechniki w uprawie buraka cukrowego. Nawadnianie buraka powinno opierać się na nowoczesnych, oszczędzających wodę i energię systemów nawadniających oraz uzyskiwaniu dokładniejszych harmonogramów nawadniania i metod kontroli.

## Nawożenie roślin i gleby

## 3.6

Burak jest rośliną o zdecydowanie wysokich wymaganiach pokarmowych. W podejściu regeneratywnym, dawki nawożenia należy ustalać w oparciu o badania zasobności gleby w składniki pokarmowe. W przypadku buraka cukrowego dbanie o zasobność gleby jest niezwykle ważne, ponieważ roślina ta silniej reaguje na zasobność gleby, niż stosowanie nawożenia, czy sposób uprawy roli. Dzięki systemowi korzeniowemu sięgającemu nawet ponad 100 cm, burak cukrowy może pobierać wodę i składniki pokarmowe z głębszych warstw gleby. Przy ustalaniu dawek nawożenia, należy również wziąć pod uwagę potrzeby pokarmowe roślin adekwatne do

uzyskiwanych w gospodarstwie plonów. Zakładając plonowanie korzeni na poziomie 60 ton, można szacować, że burak cukrowy pobierze 324 kg potasu, 300 kg wapnia i 210 kg azotu. Spośród makroskładników w mniejszych ilościach burak cukrowy pobierze siarkę, magnez i fosfor. Biorąc pod uwagę pobieranie mikroelementów, to największe zapotrzebowanie ma względem manganu i boru, w mniejszych ilościach pobiera też cynk i miedź. W tabeli 4. przedstawiono dane dotyczące pobierania składników mineralnych wraz z plonem głównym buraka cukrowego.

**Tabela 4. Pobieranie składników mineralnych z plonem głównym buraka cukrowego w zależności od zakładanych plonów korzeni**

|                                                                 | Pobieranie makroelementów w kg |             |              |             |              |           | Pobieranie mikroelementów w g |            |             |            |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-----------|-------------------------------|------------|-------------|------------|
|                                                                 | N                              | P           | K            | Mg          | Ca           | S         | B                             | Cu         | Mn          | Zn         |
| <b>Zużycie na tonę plonu</b>                                    | <b>3,5</b>                     | <b>0,7</b>  | <b>5,4</b>   | <b>1,1</b>  | <b>5</b>     | <b>1</b>  | <b>7</b>                      | <b>1,2</b> | <b>11,8</b> | <b>5,8</b> |
| <b>Pobranie przy zakładanym plonie korzeni 60, 65 i 70 t/ha</b> |                                |             |              |             |              |           |                               |            |             |            |
| <b>60 t/ha</b>                                                  | <b>210,0</b>                   | <b>42,0</b> | <b>324,0</b> | <b>66,0</b> | <b>300,0</b> | <b>60</b> | <b>420</b>                    | <b>72</b>  | <b>708</b>  | <b>348</b> |
| <b>65 t/ha</b>                                                  | <b>227,5</b>                   | <b>45,5</b> | <b>351,0</b> | <b>71,5</b> | <b>325,0</b> | <b>65</b> | <b>455</b>                    | <b>78</b>  | <b>767</b>  | <b>377</b> |
| <b>70 t/ha</b>                                                  | <b>245</b>                     | <b>49</b>   | <b>378</b>   | <b>77</b>   | <b>350</b>   | <b>70</b> | <b>490</b>                    | <b>84</b>  | <b>826</b>  | <b>406</b> |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie IUNG <https://dpr.iung.pl/potrzeby-pokarmowe-roslin/>

## Nawożenie naturalne i organiczne

W uprawie roślin okopowych duże znaczenie ma nawożenie obornikiem. Już w pierwszym roku po zastosowaniu obornika rośliny czerpią z niego średnio 30% azotu, 40% fosforu i 70% potasu. Nawożenie obornikiem wykorzystywane jest w uprawie regeneratywnej, gdyż oprócz dostarczania cennych składników pokarmowych, dodatkowo wzbogaca glebę w próchnicę, poprawia właściwości biologiczne, sorpcyjne, strukturę gleby i właściwości wodno-powietrzne gleb.

Rodzaj oraz forma nawozów naturalnych wpływają na zawartość w nich składników pokarmowych. W tabeli 5 przedstawiono uśrednione zawartości wybranych składników pokarmowych dla różnego rodzaju nawozów naturalnych. Jednak należy mieć na uwadze to, że rzeczywisty skład stosowanego w gospodarstwie nawozu może być ustalony jedynie na podstawie analizy jego próbki w laboratorium.

**Tabela 5. Średnie zawartości składników mineralnych w różnego rodzaju nawozach naturalnych.**

| Rodzaj nawozu        | Zawartość składników mineralnych w nawozach naturalnych |                               |                  |      |     |     |
|----------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|------|-----|-----|
|                      | N                                                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | Mg  | Na  |
| <b>Obornik:</b>      | <b>kg-t<sup>-1</sup></b>                                |                               |                  |      |     |     |
| bydło                | 4,7                                                     | 2,8                           | 6,5              | 4,3  | 1,5 | 1,0 |
| trzoda               | 5,1                                                     | 4,4                           | 6,8              | 4,4  | 1,8 | 1,1 |
| konie                | 5,4                                                     | 2,9                           | 9,0              | 4,3  | 1,6 | 0,6 |
| owce                 | 7,5                                                     | 3,8                           | 11,9             | 5,8  | 1,9 | 1,2 |
| <b>Gnojowica:</b>    | <b>kg-m<sup>-3</sup></b>                                |                               |                  |      |     |     |
| bydło                | 3,4                                                     | 2,0                           | 3,7              | 2,1  | 0,8 | -   |
| trzoda               | 4,3                                                     | 3,3                           | 2,3              | 2,8  | 0,8 | -   |
| <b>Gnojówka:</b>     | <b>kg-m<sup>-3</sup></b>                                |                               |                  |      |     |     |
| bydło                | 3,2                                                     | 0,3                           | 8,0              | 0,6  | 0,4 | -   |
| trzoda               | 2,8                                                     | 0,4                           | 4,1              | 0,8  | 0,3 | -   |
| <b>Pomiot ptasi:</b> | <b>kg-t<sup>-1</sup></b>                                |                               |                  |      |     |     |
| kura                 | 16                                                      | 15                            | 8                | 24   | 7   | -   |
| kaczki i gęsi        | 5-10                                                    | 5-14                          | 6-9              | 8-16 | 2-3 | -   |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Maćkowiak i Żebrowski (2000), Maćkowiak (2004), Kropisz (1997)

Należy jednocześnie pamiętać, że tylko część zawartych w nawozach naturalnych składników pokarmowych będzie dostępna dla roślin buraka cukrowego w pierwszym

roku po zastosowaniu nawożenia organicznego, a pozostała część będzie uwalniana w kolejnych latach po zastosowaniu nawozu, co obrazuje tabela 6.

**Tabela 6. Współczynniki wykorzystania azotu (N), fosforu (P) i potasu (K) z określonych rodzajów nawozów naturalnych (bydło).**

| Rodzaj nawozu | Współczynnik wykorzystania składników - 1-szy rok po zastosowaniu |     |     | Współczynnik wykorzystania składników - 2-gi rok po zastosowaniu |     |     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|               | N                                                                 | P   | K   | N                                                                | P   | K   |
| Obornik       | 0,35* - 0,40**                                                    | 0,4 | 0,8 | 0,15                                                             | 0,3 | 0,1 |
| Gnojowica     | 0,50* - 0,60**                                                    | 0,7 | 0,8 | 0,1                                                              | 0,1 | 0,1 |
| Gnojówka      | 0,55* - 0,75**                                                    | -   | 0,8 | -                                                                | -   | 0,1 |

\*stosowane jesienią, \*\*stosowane wiosną

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Maćkowiak (1999); Dz.U. 2018 poz. 1339 i Dz.U. 2023 poz. 244

Pod buraki cukrowe, przefermentowany obornik w dawce do  $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (co zapewnia nieprzekroczenie dopuszczalnej ilości azotu dostarczanego z nawozami naturalnymi =  $170 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) rozrzuca się równomiernie po polu jesienią, a następnie natychmiast miesza go z glebą. Niewskazane jest zbyt długie zwlekanie z wprowadzeniem obornika do gleby, z uwagi na straty składników pokarmowych. Do celów nawozowych należy stosować obornik poddany procesowi kompostowania, w trakcie którego obecne w nim nasiona chwastów i patogeny ulegają unieszkodliwieniu. Stosowanie nawozów naturalnych płynnych (gnojowica i gnojówka) powinno odbywać się w formie aplikacji doglebowej (nie rozbrzygowo). Takie postępowanie ogranicza istotnie straty azotu z nawozów (poprzez emisję amoniaku) i rozpraszanie go do środowiska. Doglebowa aplikacja

nawozów płynnych nie wpływa tak destrukcyjnie na strukturę powierzchniowych warstw gleby, co w uprawie buraka cukrowego ma szczególne znaczenie. Przy stosowaniu nawozów naturalnych należy także respektować wytyczne dokumentu „Program działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”.

Mając na uwadze skład chemiczny nawozu oraz współczynniki wykorzystania składników mineralnych w pierwszym i kolejnym roku po aplikacji, można ustalić przybliżoną ilość dostępnej dla roślin formy danego składnika, która jest uwalniana w trakcie przemian nawozów naturalnych w glebie. W tabeli 7 przedstawiono obliczenia dla azotu działającego z nawozów naturalnych i organicznych.

**Tabela 7. Przykładowe obliczenie azotu działającego na podstawie danych z tabel 5 i 6**

| Rodzaj nawozu                        | Współczynnik wykorzystania azotu [A] | Dawka nawozu [ $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ] [B] | Całkowita zawartość azotu w [ $\text{kg N} \cdot \text{t}^{-1}$ naw. organicznego] [C] | Ilość azotu działającego uwzględniającego współczynnik wykorzystania [ $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ] [A·B·C] |
|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gnojowica bydlęca zastosowana wiosną | 0,60                                 | 20                                                                                       | 3,4                                                                                    | 40,8                                                                                                                |
| Obornik bydlęcy zastosowany jesienią | 0,35                                 | 25                                                                                       | 4,7                                                                                    | 41,1                                                                                                                |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Dz.U. 2018 poz. 1339 i Dz.U. 2023 poz. 244

Kolejnym sposobem na wprowadzenie składników pokarmowych do gleby jest stosowanie międzyplonów pod uprawę buraków oraz polowe zagospodarowanie słomy przedplonów jako nawozów organicznych.

Polowe zagospodarowanie słomy zbóż, po których w zmianowaniu najczęściej wysiewany jest burak cukrowy, to również cenne źródło materii organicznej. Należy jednocześnie pamiętać, aby przed wymieszaniem słomy z glebą zastosować niewielką dawkę

nawozu azotowego w celu zawężenia stosunku C:N < 33,3:1. Wartość krytyczna azotu w nawozach organicznych, chroniąca przed trwałym unieruchomieniem azotu mineralnego w glebie wynosi  $12 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$  nawozu organicznego, zatem każdy wprowadzany do gleby nawóz organiczny powinien zawierać azot w ilości większej niż ta wartość krytyczna. Do obliczenia dawki azotu, która rekompensuje niedobory azotu w słomie, stosuje się wzór (Grzebisz 2009):

$$D_{kn} = P_{no} \cdot (12 - N_{no})$$

gdzie:  $D_{kn}$  – dawka kompensująca (uzupełniająca) azotu ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

$P_{no}$  – masa słomy ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

$N_{no}$  – aktualna zawartość azotu w słomie ( $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$ )

W tabeli 8 przedstawiono podstawowe cechy plonu ubocznego (słomy) wybranych roślin zbożowych.

**Tabela 8. Podstawowe cechy plonów ubocznych wybranych roślin zbożowych**

| Roślina uprawna | Plon uboczny: plon główny | Zawartość azotu (kgN·t <sup>-1</sup> ) | Niedobór azotu (kgN·t <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|---------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| Pszenica ozima  | 1,1 : 1                   | 4-7                                    | 5-8                                   |
| Żyto ozime      | 1,5 : 1                   | 4-6                                    | 6-8                                   |
| Jęczmień jary   | 1,0 : 1                   | 6-10                                   | 2-6                                   |

Źródło: Grzebisz (2009)

Obliczanie dawki kompensującej azotu (Dkn) na przykład dla słomy pszenicy ozimej pozostałej po zbiorze nasion, zawierającej 6 kg azotu w każdej tonie, plonującej na poziomie 8 t·ha<sup>-1</sup> jest następujące (relacja plon słomy/plon ziarna = 1,1): plon słomy = 8 t·ha<sup>-1</sup> · 1,1 = 8,8 t·ha<sup>-1</sup>. Dkn = 8,8 · (12-6) = 8,8 · 6 = 52,8 kgN·ha<sup>-1</sup>. Zastosowanie azotu przy nawożeniu słomą zabezpiecza nawiezionej roślinie przed głodem azotowym, który jest wywołany nadmiernym uwsteczaniem azotu mineralnego gleby.

Bardzo cennym źródłem składników w uprawie buraka w różnego typu gospodarstwach mogą być tzw.

nawozy zielone, czyli świeża masa roślinna wprowadzona do gleby w celu podniesienia jej żyzności. Do najcenniejszych roślin uprawianych na zielony nawóz należą rośliny bobowate i warto zadbać o to, by gatunki z tej rodziny znajdowały się w mieszankach międzyplonowych. Bobowate mogą być istotnym źródłem azotu dla rośliny następczej. Z tego względu uprawa w przedplonie bobowatych powinna być uwzględniana w planowaniu nawożenia azotowego pod buraka cukrowego, który uprawiany jest po takich roślinach. Ilość azotu działającego pozostającego po uprawie roślin bobowatych przedstawiono w tabeli 9.

**Tabela 9. Ilość azotu działającego pozostającego po uprawie roślin bobowatych i korzeniowych.**

| Rodzaj przedplonu                                | Bobowate w czystym siewie                                                     |                                                                                                | Bobowate w mieszankach z trawami lub zbożami |            | Wymieszane z glebą liście roślin korzeniowych |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------|
|                                                  | Plon główny                                                                   | międzyplon                                                                                     | Plon główny                                  | międzyplon |                                               |
| Wymieszane z glebą resztki poźniwne              | 30 kg                                                                         | 15 kg                                                                                          | 20 kg                                        | 10 kg      | 25 kg                                         |
| Wymieszane z glebą całe rośliny na zielony nawóz | Łubin żółty – 74 kg<br>Groch – 77 kg<br>Seradela – 65 kg<br>Pozostałe – 60 kg | Koniczyna czerwona – 30 kg<br>Koniczyna biała – 27 kg<br>Seradela – 33 kg<br>Pozostałe – 30 kg | 50 kg                                        | 20 kg      | -                                             |

Źródło: Dz.U. 2018 poz. 1339 i Dz.U. 2023 poz. 244

Dodatkowym źródłem składników pokarmowych w płodozmianach z burakiem cukrowym, szczególnie potasu, jest pozostawienie odpowiednio rozdrobnionych liści buraczanych na polu. Liście buraków cukrowych mają wysoką wartość nawozową, porównywaną nawet do wartości nawozowej obornika. Plon liści stanowi od 40 do nawet 60% masy korzeni buraków - jest to zależne od przebiegu pogody w danym roku. Przy plonie liści  $40 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  do gleby trafia około 189 kg azotu, 16 kg fosforu, 211 kg potasu. Ponadto, badania wskazują, że połowe zagospodarowanie liści buraczanych poprawia również strukturę gleby, co ma duże znaczenie w aspekcie konieczności regeneracji struktury gleby stanowiska po uprawie buraków cukrowych.

Nawożenie buraka cukrowego nawozami mineralnymi powinno być obowiązkowo zbilansowane i prowadzone w oparciu o potrzeby pokarmowe buraka oraz

dostępność składników w glebie. Szczególnie ważne w podejściu regeneratywnym do uzupełniającego nawożenia mineralnego buraka cukrowego jest prowadzenie regularnych i przekrojowych badań gleby, których wyniki są podstawą do zaplanowania zbilansowanego nawożenia. Dane w tabeli 1 oraz w tabelach 5 - 9 jasno wskazują, że na zasobność gleby w składniki pokarmowe wpływa pobieranie składników przez rośliny skorelowane z potencjalnymi plonami oraz historia nawożenia naturalnego i organicznego stosowanego na danym polu. Obecność dostępnych form składników pokarmowych w glebie jest też kontrolowana przez przebieg warunków pogodowych. Regularne badania gleby pozwalają na ustalenie precyzyjnych dawek nawożenia w danym roku, co w przypadku tak wymagających nawozowo roślin jak burak cukrowy ma kluczowe znaczenie w opłacalnym powodzeniu jego upraw.

## Nawożenie azotowe

Azot jest najważniejszym składnikiem plonotwórczym. Pełni w roślinie wiele ważnych funkcji – buduje aminokwasy, kwasy nukleinowe i chlorofil. Jednak w uprawie buraka cukrowego należy ostrożnie dawkować nawozy azotowe, uwzględniając glebowe zasoby oraz azot wprowadzany wraz obornikiem i innymi nawozami naturalnymi i organicznymi. Z punktu widzenia produkcyjnego wynika to z niepożądanych skutków przenawożenia azotem roślin buraka cukrowego. Zbyt duże dawki azotu powodują nadmierny wzrost części nadziemnej (liści), kosztem korzeni buraka. W efekcie rośliny buraka są bardziej narażone na choroby i szkodniki, a plon korzeni i zawartość cukru w korzeniach obniżone. Nadmierne nawożenie azotem może powodować też wzrost substancji melasotwórczych w korzeniach, np. azotu alfa-aminowego.

Burak pobiera stosunkowo dużo azotu (tab. 4). Nawożenie azotowe w buraku cukrowym najczęściej stosuje się w dwóch dawkach, których suma wynosi zwykle  $100\text{--}150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w zależności od wykorzystania azotu również z innych źródeł (nawozy naturalne i organiczne). Pierwsza dawka stosowana jest przede wszystkim w ilości  $70\text{--}100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , druga dawka (50%) – w fazie 2-3 par liści właściwych. Dzielenie dawek w stosunku 70% przedsięwzięcie: 30% posiewnie zalecane jest, gdy całkowita dawka zastosowanego azotu mineralnego przekracza  $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Warunkiem efektywnego pobierania tego plonotwórczego

składnika jest bardzo dobre odżywienie buraka cukrowego wszystkimi innymi składnikami pokarmowymi w początkowych fazach wzrostu oraz dobre zaopatrzenie plantacji buraka cukrowego w wodę dostępną dla roślin (dbałość o stosowanie w całym płodozmianie elementów korzystnie wpływających na właściwości retencyjne gleb).

Zgodnie z programem azotanowym obowiązującym rolników, całkowita dawka azotu działającego ze wszystkich źródeł w uprawie buraka cukrowego nie powinna przekraczać  $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Informacje szczegółowe na temat koncentracji azotu w nawozach naturalnych w zależności od gatunku zwierzęcia gospodarskiego, jego wieku i wydajności oraz systemu utrzymania zwierząt gospodarskich, oraz informacje dotyczące zasobów azotu mineralnego w glebie wiosną, pobierania jednostkowego azotu przez rośliny czy równoważników nawozowych azotu z różnych źródeł zawarte są w załącznikach do stosowanych rozporządzeń publikowanych w Dzienniku Ustaw w sprawie „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (Dz.U. 2018 poz. 1339; Dz.U. 2023 poz. 244), które wykorzystano również na potrzeby tego opracowania. Na podstawie tych danych można obliczyć sumę azotu działającego ze wszystkich źródeł w przypadku uprawy buraka cukrowego, tak jak w przykładzie poniżej (na podstawie Dz.U. 2023 poz. 244).

Rolnik zamierza zastosować pod burak cukrowy jesienią 30 t obornika z obory płytkiej (od bydła opasowego powyżej 1 roku życia) i 140 kgN·ha<sup>-1</sup> w nawozach azotowych mineralnych na glebie średniej.

W tym przypadku ilość azotu działającego (Nd) jest sumą: Nd z obornika + Nd z gleby + Nd z nawozów azotowych mineralnych, przy czym:

- 
- Nd z obornika = 30 t·ha<sup>-1</sup> · 2,7 kgN·ha<sup>-1</sup> (koncentracja azotu w oborniku od bydła opasowego powyżej 1 roku życia) x 0,35 (równoważnik nawozowy azotu z obornika zastosowanego jesienią) = 28,35 kgN·ha<sup>-1</sup>
  - Nd z gleby = 60 kgN·ha<sup>-1</sup> (zasoby azotu mineralnego wiosną w glebie średniej w warstwie 0-60 cm oznaczone w laboratorium) x 0,6 (równoważnik nawozowy azotu mineralnego dla upraw jarych) = 36 kgN·ha<sup>-1</sup>
  - Nd z nawozów azotowych mineralnych = 140 kgN·ha<sup>-1</sup> (dawka N w nawozie mineralnym)

Suma azotu działającego ze wszystkich źródeł wynosi zatem: Nd = 28,35 + 36 + 140 = 204,35 kgN·ha<sup>-1</sup>

**Wniosek:** Suma Nd jest większa od maksymalnej dawki azotu działającego ze wszystkich źródeł = 180 kgN·ha<sup>-1</sup> o 24,35 kgN·ha<sup>-1</sup>. Rolnik powinien zatem zmniejszyć dawkę nawozu mineralnego o tę nadwyżkę (czyli o 24,35 kgN·ha<sup>-1</sup>).

W przypadku braku stosowania nawozów mineralnych, obliczenie Nd ogranicza się jedynie do ustalenia Nd z gleby, na przykład:

Nd z gleby = 50 kgN·ha<sup>-1</sup> (zasoby azotu mineralnego wiosną w glebie średniej w warstwie 0-60 cm oznaczone w laboratorium) 0,6 (równoważnik nawozowy azotu mineralnego dla upraw jarych) = 30 kgN·ha<sup>-1</sup>

**Wniosek:** Ilość Nd z gleby = 30 kgN·ha<sup>-1</sup>, zatem rolnik może zastosować maksymalnie 150 kgN·ha<sup>-1</sup> w nawozie mineralnym (180 kgN·ha<sup>-1</sup> - 30 kgN·ha<sup>-1</sup> = 150 kgN·ha<sup>-1</sup>).

---

W przypadku osiągnięcia w gospodarstwie wysokich plonów pobieranie azotu przez buraka cukrowego często przekracza 180 kgN·ha<sup>-1</sup>. Na przykład dla plonu 65 t·ha<sup>-1</sup> pobranie azotu wynosi 65 t·ha<sup>-1</sup> · 3,5 kgN·t<sup>-1</sup> (pobranie kg N na każdą tonę plonu) = 227,5 kgN·ha<sup>-1</sup>. W takim przypadku rolnik może zastosować uproszczony bilans azotu na podstawie rzeczywistego pobrania azotu przez buraka, pod warunkiem sporządzenia planu nawożenia azotem również dla pozostałych upraw w gospodarstwie. Należy również uwzględnić ewentualną korektę na uprawę buraka po roślinach bobowatych (uprawianych w plonie głównym lub międzyplonach) oraz współczynnik wykorzystania azotu z nawozów azotowych mineralnych. Kalkulacje wykonuje się według wzoru:

Dawka N<sub>min.</sub> = [plon osiągalny w gospodarstwie rolnym (t·ha<sup>-1</sup>) pobranie jednostkowe azotu (kgN·t<sup>-1</sup>) (dla buraka cukrowego wynosi 3,5 kgN·t<sup>-1</sup>) - suma N z innych źródeł · równoważnik nawozowy - korekta dla roślin uprawianych po przedplonach lub międzyplonach bobowatych (patrz tabela 9)] / 0,7 (współczynnik wykorzystania N z nawozów azotowych mineralnych).

Rolnicy posiadający gospodarstwa o powierzchni ≥ 10 ha użytków rolnych lub utrzymujący zwierzęta gospodarskie w liczbie ≥ 10 DJP według stanu średniorocznego zobowiązani są do posiadania planu nawożenia azotem albo obliczenia maksymalnych dawek azotu oraz do prowadzenia ewidencji wszelkich zabiegów agrotechnicznych związanych z nawożeniem azotem. Tego typu działania mają za zadanie zwiększyć efektywność nawożenia azotem oraz ograniczyć rozpraszanie azotu do środowiska. Niepobraną przez rośliny uprawne azot jest bardzo reaktywny w środowisku i przechodząc przez kolejne szlaki biogeochemiczne łatwo ulega przemianom. W konsekwencji ten sam atom azotu może powodować sekwencję negatywnych skutków w atmosferze (podtlenek azotu N<sub>2</sub>O jest bardzo silnym gazem cieplarnianym), w ekosystemach lądowych i wodnych (np. azot w formie azotanowej i amonowej stosowany na polach uprawnych), co określane jest jako kaskada azotowa. Dlatego w podejściu regeneratywnym do uprawy roślin należy prowadzić plany nawożenia azotem, monitorować jego zawartość w glebie oraz przestrzegać zasad dobrej praktyki rolniczej i nieprzekraczania maksymalnych dawek azotu ze wszystkich źródeł dla upraw w plonie głównym.

## Nawożenie fosforowe

Fosfor pełni ważną rolę w procesach związanych z przemianami energii, uczestniczy też w procesie fotosyntezy. Warto przed zastosowaniem fosforu mineralnego sprawdzić jego dostępność w glebie – powinna być ona na poziomie co najmniej średnim w momencie siewu buraka. Krytyczna zawartość fosforu w glebie niezależnie od kategorii agronomicznej gleby wynosi 15 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g. Często, szczególnie w gospodarstwach stosujących zasady rolnictwa regeneratywnego, zasoby fosforu w glebie są bardzo duże i może się okazać, że nie ma potrzeby ich uzupełniać. Jeśli jednak zasobność gleby w fosfor jest na niewystarczającym poziomie, należy zastosować jesienią

nawożenie fosforowe (pełną dawkę), dostosowane do potrzeb pokarmowych rośliny lub lekko je przewyższające, tak aby uzupełnić brakujący w glebie fosfor. Jeżeli zasobność gleb w fosfor jest niska, powinno się zastosować fosfor w ilości 125% wyliczonej na podstawie spodziewanego plonu korzeni. Warunkiem prawidłowego zadziałania nawozu jest dokładne wymieszanie go z glebą w całej warstwie uprawianej, z uwagi na to, że jest to składnik słabo mobilny w glebie. Do wyprodukowania plonu rzędu 60 t·ha<sup>-1</sup>, burak cukrowy pobiera średnio 42 kg fosforu (patrz tab. 4).

## Nawożenie potasowe

Burak cukrowy ma wyjątkowo duże zapotrzebowanie na potas. Przyjmuje się, że wartość krytyczna dla potasu wynosi 15, 20 i 25 mg/100 g odpowiednio dla gleby lekkiej, średniej i ciężkiej. Rośliny buraka pobierają ten składnik w dużych ilościach. Na przykład do wytworzenia plonu 60 t·ha<sup>-1</sup> burak potrzebuje 324 kg potasu (tab. 4). Potas reguluje gospodarkę węglowodanów, czyli bezpośrednio wpływa na zawartość cukru w korzeniach buraka, a także łagodzi reakcję buraka cukrowego na stres związany z niedoborem wody. W warunkach suszy, potas stymuluje odporność roślin buraka cukrowego na choroby. Odpowiednia ilość potasu dostępnego w glebie korzystnie wpływa na pobieranie przez buraka azotu, co przyspiesza wzrost biomasy buraka cukrowego, zwłaszcza w początkowych fazach rozwoju. W myśl zasad rolnictwa regeneratywnego, należy pamiętać, że może być wiele źródeł

potasu w glebie – od nawozów naturalnych, poprzez międzyplony, słomę, aż do nawożenia mineralnego, gdyż wszystkie źródła materii organicznej w glebie są jednocześnie zasobne w ten makroskładnik. Ustalając dawkę nawożenia potasowego, należy uwzględnić wszystkie źródła potasu wprowadzanego do gleby i wykonać testy glebowe. Aby zapewnić odpowiednią ilość potasu dla buraka cukrowego, zasobność gleb w potas w momencie jego siewu powinna kształtować się na poziomie zasobności wysokiej w klasie gleb średnich oraz średniej dla gleb ciężkich. Dlatego nawożenie potasem należy zaplanować już pod siew przedplonu. Największe zapotrzebowanie na potas rośliny buraka mają w miesiącach letnich. To właśnie wtedy niedobór potasu może powodować przedłużanie wzrostu liści, co skutkujące obniżeniem plonu technologicznego cukru.

## Nawożenie mikroelementami

Burak cukrowy wykazuje wysokie zapotrzebowanie na mikroelementy. Szczególnie wrażliwy jest na niedobór boru i manganu. Niedobór boru przyczynia się do występowania chorób np. suchej zgnilizny siewek, a także może powodować obniżenie plonu korzeni i zawartości cukru, dlatego buraki cukrowe powinny nawozić się tym składnikiem. Wzrost buraka w warunkach niedostatecznego zaopatrzenia w bor zwiększa jego wrażliwość na

niedobór wody w glebie i tendencje do więdnienia. Przy uprawie buraka na glebach o pH zbliżonym do obojętnego, zagrożeniem dla prawidłowego rozwoju roślin mogą być niedobory manganu. W przypadku zaobserwowania objawów niedoboru manganu (małe rozjaśnione plamy pomiędzy nerwami młodszych i średnich liści), warto przystąpić do dokarmiania dolistnego, gdyż składnik ten nie jest przenoszony ze starych do nowo rozwijających się

liści. Dokarmianie dolistne mikroelementami należy stosować kilkakrotnie, w umiarkowanych dawkach. Pierwszy zabieg należy wykonać w fazie 6-8 liści, kolejny po 10-14 dniach i w razie potrzeby dokarmiać rośliny w późniejszych fazach rozwojowych.

Przy nawożeniu naturalnym, zalecanym w podejściu regeneratywnym, rzadziej występuje problem niedoborów mikroskładników. Najnowsze badania wykazują, że burak cukrowy pobiera również znaczne ilości krzemu.

### Nawożenie siarką oraz magnezem

Siarka jest składnikiem deficytowym w większości gleb, dlatego tak ważna jest kontrola zasobności gleb pod kątem tego składnika. Wpływa ona na efektywność wykorzystania azotu i tym samym na jakość korzeni buraka, obniżając zawartość niebiałkowych związków azotu, w tym azotu alfa-aminowego. Można ją dostarczać do gleby przy okazji nawożenia nawozami wieloskładnikowymi, ale też w formie kizerytu (20% S i 15% Mg). W przypadku buraka cukrowego plonującego na wysokim poziomie dawki siarki sięgają 20 – 70 kg·ha<sup>-1</sup>. Magnez jest ważnym pierwiastkiem, biorącym udział w procesie fotosyntezy. Zapotrzebowanie buraka na magnez, w przeliczeniu na formę pierwiastkową, są większe niż na fosfor. Objawy niedoboru magnezu w uprawie buraka obserwowane są często na glebach zakwaszonych i mało zasobnych w materię organiczną. Niedostateczne zaopatrzenie roślin w magnez może być również wynikiem przenawożenia potasem i wapniem, dlatego w uprawie buraka szczególnie istotne jest odpowiednie zbilansowane nawożenie tymi składnikami. Magnez może być dostarczony w formie wapna magnezowego na glebach, wymagających jednocześnie uregulowania

odczynu. Natomiast na stanowiskach o odczynie zbliżonym do obojętnego, a ubogich w magnez, zaleca się stosowanie przede wszystkim nawozu typowo magnezowego np. kizerytu.

W przypadku nawożenia buraka cukrowego należy również pamiętać o makroskładniku jakim jest sód. Nawożenie sodem korzystnie wpływa na plon korzeni i cukru, jednak należy uważać na ryzyko zasolenia gleby. Konieczność zadbania w nawożeniu o uregulowanie zasobności gleb w kluczowe mikroelementy oraz makroskładniki takie jak magnez, siarka czy sód jest szczególnie istotne w przypadku uprawy buraka cukrowego bez obornika czy innych nawozów naturalnych, które są dobrym źródłem tych składników. Składniki te bowiem w sposób istotny wpływają na efektywność nawożenia azotowego oraz efektywność gospodarki azotem w roślinie buraka cukrowego. W przypadku zaobserwowania w okresie wegetacji objawów niedoboru, konieczne jest stosowanie dokarmiania dolistnego. Bardzo ważne jest też regularne monitorowanie zasobności gleb w te składniki poprzez wykonywanie badań gleb.

## 3.7

### Regulacja pH oraz rola wapnia w uprawie regeneratywnej buraka cukrowego

Jedną z podstawowych praktyk regeneratywnych jest regulacja odczynu gleby. Ma to znaczenie nie tylko z punktu widzenia zmiany odczynu z kwaśnego na zbliżony do obojętnego, gdyż nawozy wapniowe wpływają również na przyswajalność makro- i mikroelementów, trwałość struktury gleby oraz aktywność mikrobiologiczną gleby. Burak jest rośliną wrażliwą na kwaśny odczyn gleby, dlatego szczególnie ważne jest dbanie o regularne wapnowanie pól. Optymalne pH dla buraka cukrowego wynosi 6,0-7,0. Uprawa buraka na stanowiskach zakwaszonych zwiększa ryzyko występowania chorób np. zgorzeli siewek buraka. Dawki wapna najczęściej dopasowuje

się do zasobności gleb w ten składnik, pH gleby oraz kategorii agronomicznych gleb. Zaleca się, aby zabieg wapnowania wykonać jesienią, po zbiorze przedplonu, lub pod przedplon. Wapno powinno zostać dobrze wymieszane z glebą. Nie należy łączyć wapnowania ze stosowaniem obornika i zabiegi te rozdzielić w czasie.

Wapnowanie gleb przyczynia się także do odbudowy struktury gleb na glebach zakwaszonych i łatwo zasakurupiających się oraz aktywności biologicznej gleb, pod warunkiem dostarczania równoległe do gleby odpowiedniej ilości materii organicznej.

## Ochrona przed chwastami, szkodnikami i chorobami

## 3.8

Ochrona roślin w rolnictwie regeneratywnym jest oparta na ograniczaniu do minimum stosowania środków ochrony roślin, na rzecz działań prewencyjnych. Wdrażanie praktyk agronomicznych zgodnych z zasadami uprawy regeneratywnej sprawia, że rośliny są w dobrej kondycji zdrowotnej, szybko rosną, mają dużą dostępność do składników pokarmowych oraz wody w glebie. W efekcie znacząco obniża to koszty związane

z chemiczną ochroną plantacji. Już na etapie planowania plantacji buraka cukrowego można w dużej mierze zapobiec presji patogenów, co znacznie ułatwia dalsze działania ochronne. Duży nacisk kładzie się na prawidłowe zaplanowanie zrównoważonego zmianowania, czy dobór odmiany odpornej lub tolerancyjnej na choroby i szkodniki oraz zrównoważone nawożenie roślin.

### Kontrola zachwaszczenia

Burak cukrowy, jako roślina uprawiana w szerokich rzędach, późnego siewu i o powolnym wzroście w początkowych fazach rozwojowych, jest narażony na presję chwastów. Chwasty konkurują z burakiem o wodę, światło czy składniki pokarmowe, ale mogą również sprzyjać rozwojowi chorób i szkodników.

Chwasty stwarzają największe zagrożenie dla buraka do osiągnięcia przez niego fazy rozwojowej 6-8 liści. Najbardziej uciążliwe chwasty w uprawie buraka cukrowego to komosa biała (rys. 14), ostrożeń polny, przytulia czepna oraz szarłat szorstki.



Rysunek 14. Komosa biała jest dużym zagrożeniem dla plantacji buraka cukrowego i jest żywicielem grzybów powodujących zgorzel siewek buraka cukrowego.  
Fot. A. Perzanowska

Problemem w uprawach buraka cukrowego mogą być także burakochwasty, czyli mieszańce jedno- i dwurocznego podgatunku dzikiego buraka nadmorskiego z burakiem cukrowym. W odróżnieniu od pośpiechów buraka, często występują one w łanie buraka placowo, poza rzędami oraz mają rozgałęzione, fioletowo zabarwione w kątach rozgałęzień pędy. Z uwagi na bliskie pokrewieństwo z burakiem cukrowym, nie ma skutecznej chemicznej ochrony i walki z tymi chwastami, a jedyną metodą usunięcia ich z pola jest często ręczne wyrywanie. Polom, na których w glebowym banku chwastów nagromadzone są duże ilości nasion burakochwastów, grozi eliminacja z produkcji buraka cukrowego.

Zapobieganie występowania chwastów w uprawie buraka rozpoczyna się już podczas uprawy przedplonu. Systematyczne zwalczanie chwastów w przedplonie, odpowiedni dobór rośliny przedplonowej pozostawiającej odchwaszczone stanowisko, ogranicza występowanie chwastów na plantacji buraka. Uprawa roślin w zróżnicowanym pod względem gatunkowym oraz form (jare i ozieme) płodozmianie, zapobiega kompensacji chwastów, tak jak ma to często miejsce w monokulturach.

Korzystny wpływ na ograniczenie zachwaszczenia może mieć też zalecane w uprawie regeneratywnej wysiewanie międzyplonów. Zastosowanie w międzyplonie roślin o działaniu allelopатыcznym w stosunku do niektórych chwastów, redukuje ich liczebność. Do roślin tych należą: gorczyca biała, gryka, rzodkiew oleista, czy facelia błękitna.

Metoda mechaniczna zwalczania chwastów nadal jest często stosowanym rozwiązaniem w uprawie buraków. Uprawa w szerokie rzędy umożliwia zastosowanie różnego rodzaju pielników, które skutecznie niszczą chwasty. Na rynku pojawiają się też bezemisyjne roboty

do precyzyjnego siewu i pielenia buraków, napędzane energią słoneczną.

W podejściu regeneratywnym, stosowanie herbicydów powinno być tylko uzupełnieniem metod prewencyjnych i niechemicznych. Ważne jest, aby herbicydy były stosowane zgodnie z zaleceniami na etykiecie, w odpowiednich fazach rozwojowych buraka i chwastów, co jest kluczowe dla skuteczności ich działania. Chemiczne metody odchwaszczania stosuje się w czasie wschodów buraka, gdy chwasty są w mało zaawansowanych stadiach rozwojowych. Największą skuteczność herbicydy wykazują, gdy większość chwastów znajduje się w fazie liścieni. Zaleca się stosowanie oprysków dogłębowo (przedwschodowo) i nalistnie w dawkach dzielonych, a nawet mikrodawkach oraz łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami, co umożliwia obniżenie dawek środków ochrony roślin. Rekomendowane jest także ograniczenie liczby zabiegów wykonywanych takim samym herbicydem lub o podobnym mechanizmie działania na chwasty, a także stosowanie mieszanin herbicydów o różnych mechanizmach działania. Nalistne stosowanie herbicydów w przeciwieństwie do stosowania herbicydów dogłębowo umożliwia dostosowanie substancji aktywnych do konkretnych gatunków chwastów pojawiających się w uprawie buraka cukrowego.

Należy unikać środków chemicznych, w których substancją aktywną jest glifosat. Aby pogrupować herbicydy o tym samym sposobie działania, stworzono klasyfikację HRAC (*Herbicide Resistance Action Committee*). Celem uniknięcia odporności chwastów, należy stosować naprzemiennie środki o różnym sposobie działania. Tabela 10 przedstawia przykładowe substancje aktywne herbicydów, przydatne do stosowania w buraku z podziałem wg mechanizmu działania.

**Tabela 10. Przykładowe substancje aktywne herbicydów dopuszczone do stosowania w buraku cukrowym**

| Substancja aktywna      | Mechanizm działania wg HRAC | Chwasty<br>(J - jednoliścienne, D - dwuliścienne) |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| metamitron              | C1                          | D                                                 |
| etofumesat              | (K3/N)                      | D                                                 |
| triflusaifuron metylowy | B                           | D                                                 |
| fenmedifam              | C1                          | D                                                 |
| lenacyl                 | C1                          | D                                                 |
| chlopyralid             | O                           | J+D                                               |
| fluazyfop-P butylowy    | A                           | J                                                 |
| chizalofof-P etylowy    | A                           | J                                                 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Krawczyk i Kierzek (2023)

W walce z chwastami metodami chemicznymi można wykorzystywać również techniki rolnictwa precyzyjnego, co korzystnie wpływa na efektywność działania

środków i zmniejsza ryzyko środowiskowe związane z ich stosowaniem.

## Ograniczenie występowania i zwalczanie szkodników

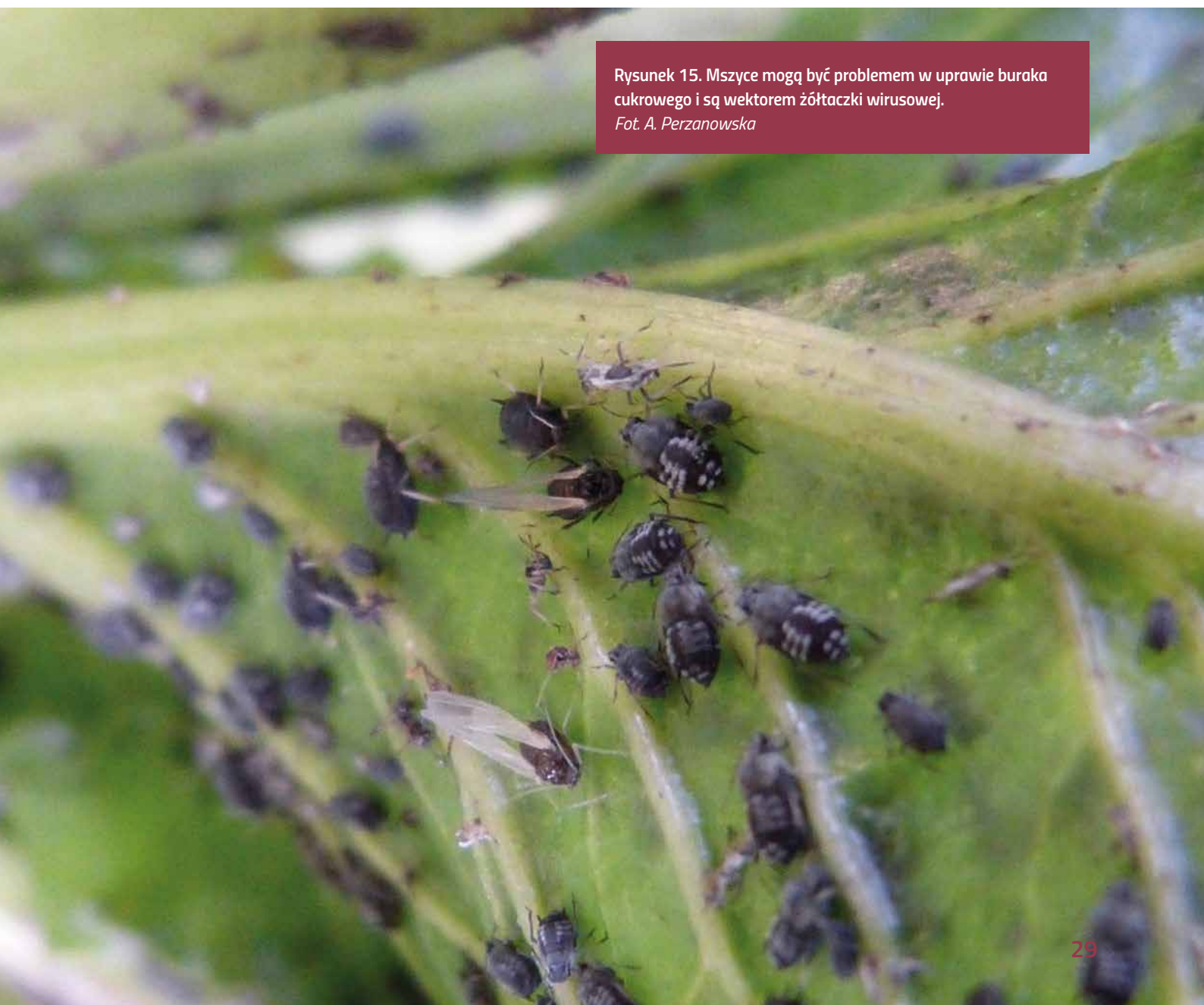
Nasilenie występowania szkodników na plantacjach buraka cukrowego zależy po pierwsze od częstotliwości powrotu buraka na to samo pole, a przy planowaniu zmianowania należy zadbać również o to, żeby burak cukrowy w kolejnych latach nie był uprawiany na sąsiednich polach. Tym sposobem nie dopuszcza się do sytuacji by szkodniki, które prezimowały w resztkach buraków, przeniosły się na brzeżne rzędy nowej uprawy. Presja szkodników zależy także od rejonu, warunków pogodowych, aktywności wrogów naturalnych czy systemu uprawy.

Lustracja plantacji i częste kontrolowanie liczebności agrofagów pozwala na szybką reakcję. W rol-

nictwie regeneratywnym, podobnie jak w przypadku zwalczania innych agrofagów, w pierwszej kolejności brane są pod uwagę metody niechemiczne. Dopiero, gdy metody te zawodzą, a ryzyko przekroczenia progu ekonomicznej szkodliwości jest duże, konieczne jest zastosowanie insektycydów. W Polsce najważniejszymi szkodnikami w uprawie buraka cukrowego są mątwik burakowy, pędraki i drutowce, rolnice, pchełka burakowa, mszyce brzoskwińowa i burakowa (rys. 15) oraz błyszczka jarzynówka. W ostatnich latach stwierdzono również zwiększającą się presję gatunków takich jak skośnik buraczak czy szarek komośnik.

Rysunek 15. Mszyce mogą być problemem w uprawie buraka cukrowego i są wektorem żółtaczki wirusowej.

Fot. A. Perzanowska



Pierwsza grupa metod, znajdujących zastosowanie w uprawie regeneratywnej do zwalczania szkodników to metody agrotechniczne. Dobór odpowiedniego miejsca w płodozmianie dla buraka cukrowego może w znacznym stopniu zredukować presję szkodników. Kolejnym sposobem jest zwalczanie chwastów, które mogą przenosić choroby i szkodniki na plantację buraka. W przypadku wystąpienia mątwika burakowego, skuteczne jest włączanie do gleby słomy i obornika, co zwiększa zawartość materii organicznej, poprawiając warunki bytowania grzybów pasożytniczych na chorobotwórczych nicieniach. Ograniczeniu występowania mątwika sprzyja też uprawa jako międzyplonu odmian mątwikobójczych gorczycy białej, rzodkwi oleistej czy facelii, jak również włączanie płodozmianu z burakiem cukrowym roślin nie będących żywicielami mątwika, takich jak kukurydza, żyto, lucerna.

Na plantacjach buraka cukrowego, można spotkać też wiele organizmów pożytecznych, które są wrogami naturalnymi dla szkodników buraka cukrowego. Należą do nich m.in. chrząszcze biegaczowate, ważki, pluskwiaki różnoskrzydłe, złotooki, biedronki oraz ich larwy, płazy, ptaki, ssaki i wiele innych. Mogą występować jako drapieżniki lub pasożyty względem szkodników, wspomagając ochronę plantacji. Dlatego zgodnie z wytycznymi rolnictwa integrowanego, które obowiązuje każdego rolnika, tak ważne jest dbanie o populację tych organizmów. W przypadku zaobserwowania obecności naturalnych wrogów na plantacji, można

wstrzymać się z zabiegiem ochrony chemicznej, jeśli liczebność szkodników nie jest duża. W podejściu regeneratywnym do ochrony roślin bardzo ważne jest również zadbanie o ochronę miejsc bytowania organizmów pożytecznych w otoczeniu pól uprawnych, co wiąże się z odpowiednim kształtowaniem krajobrazu rolniczego. Do elementów takich zaliczyć można różnego typu zadrzewienia śródpolne, niewykasane przydroża, miedze, bagna i torfowiska, łąki i pastwiska ekstensywnie użytkowane, nieużytki itp. Wczesnowiosenna kwitnąca roślinność na tego typu nieużytkach jest niezbędna do wydania kilku pokoleń owadów pożytecznych, dzięki czemu ich skuteczność w zwalczaniu szkodników upraw jest większa. Na przykład larwy złotookowatych są drapieżcami mszyc i innych szkodników – jedna larwa zjada nawet do 100 mszyc oraz poluje na przędziorki, które są groźnymi szkodnikami w uprawie buraka cukrowego. Również oszczędna uprawa roli sprzyja bytowaniu pożytecznych owadów na polach uprawnych.

Przy dużej presji szkodników na plantacji buraka cukrowego, często wywołanej niewłaściwym zarządzaniem technologią jego uprawy i przestrzenią rolniczą, niezbędne jest zastosowanie metod chemicznych. W tabeli 11 umieszczono przykładowe substancje aktywne stosowane do zwalczania szkodników buraka cukrowego. Stosując zabiegi ochrony roślin insektycydami, należy kierować się wytycznymi z etykiety i zasadami dobrej praktyki rolniczej.

**Tabela 11. Przykładowe substancje aktywne insektycydów rekomendowane do zwalczania szkodników buraka**

| Substancja aktywna            | Szkodnik                                                                |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| acetamipryd                   | szarek komośnik                                                         |
| deltametryna                  | mszyca burakowa, pchełka burakowa, drobnica burakowa, śmietka ćwiklanka |
| teflutryna (zaprawa nasienna) | drutowce, pchełka burakowa, drobnica burakowa                           |
| fenpiroksymat                 | przędziorek chmielowiec                                                 |
| flonikamid                    | mszyce                                                                  |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Mrówczyński i Strażyński (2023)

## Ograniczenie występowania i zwalczanie chorób

We wszystkich rejonach uprawy buraka cukrowego, występuje duże zagrożenie chorobami. Patogenami wywołującymi najczęściej objawy chorobowe są zarówno grzyby, jak również bakterie i wirusy. W tabeli 12 przedstawiono znaczenie gospodarcze chorób buraka

cukrowego. Choroby najczęściej występujące w uprawie buraka to chwościk buraka oraz żółtaczka wirusowa buraka i brunatna plamistość liści (rys. 16 i 17), a także zgorzel siewek czy zgnilizna korzeni wywoływane przez patogeny grzybowe.

**Tabela 12. Potencjalne zagrożenie wystąpienia chorób buraka cukrowego**

| Choroba                         | Potencjalne zagrożenie |
|---------------------------------|------------------------|
| Zgorzel siewek                  | ++                     |
| Zgnilizny korzeni               | ++                     |
| Bakterioza liści buraka         | +                      |
| Chwościk buraka                 | +++                    |
| Brunatna plamistość liści       | +                      |
| Mączniak prawdziwy buraka       | +                      |
| Rdza buraka                     | +                      |
| Żółtaczka wirusowa buraka (BYV) | +++                    |
| Mozaika wirusowa (BMV)          | +                      |
| Rizomania (BNYVV)               | +                      |

+ choroba o znaczeniu lokalnym, ++ choroba ważna, +++ choroba bardzo ważna

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Metodyki Integrowanej Produkcji Buraka GIORiN, 2023



Rysunek 16. Chwościk buraka i żółtaczka wirusowa buraka to choroby, które uszkadzają aparat asymilacyjny - liście. Jego odbudowa odbywa się kosztem cukru zgromadzonego w korzeniach buraka.  
Fot. A. Perzanowska

Rysunek 17. Chwościk buraka – porażony liść buraka cukrowego.

Fot. A. Perzanowska



Znajomość zagrożenia chorobami w danym rejonie, pozwala dobrać odmianę najbardziej odporną na porażenie przez dany patogen. Metoda hodowlana, czyli wybór odmiany odpornej jest pierwszym krokiem, zalecanym w uprawie regeneratywnej do walki z patogenami chorobotwórczymi buraka cukrowego. Na przykład stosowana w Polsce metodyka COBORU w ramach Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) ocenia odmiany pod kątem chwościka buraka i brunatnej plamistości liści w skali 9°.

Stosowanie zasad prawidłowego, przyrodniczo uzasadnionego następstwa roślin oraz właściwe ułożenie buraka cukrowego w płodozmianie jest pierwszym krokiem do ograniczenia presji chorób w rolnictwie regeneratywnym. Jest to najtańsza i bardzo skuteczna metoda walki z chorobami w uprawie buraka. Zaleca się unikanie uprawy buraka po buraku

i buraka po rzepaku. Powinno stosować się też izolację od upraw buraka, rzepaku, ubiegłorocznych buraczysk i miejsc po składowaniu buraków na przymie. Istotna może okazać się także dbałość o nie przenoszenie patogenów poprzez elementy robocze narzędzi i maszyn uprawowych (zgorzel siewek) z pola na pole. Pola zarażone powinno uprawiać się w ostatniej kolejności.

Na plantacjach buraka cukrowego może być konieczna ochrona chemiczna. Należy często monitorować plantację pod kątem chorób tak, aby w porę zareagować. Terminowe zastosowanie środka ochrony roślin zgodnie z zaleceniami z etykiety jest niezbędne, żeby zadziałał on prawidłowo. Wykonuje się 1 lub 2 zabiegi w ciągu sezonu wegetacji buraka. Tabela 13 przedstawia przykładowe substancje aktywne do zwalczania chorób w buraku cukrowym.

**Tabela 13. Przykładowe substancje aktywne do zwalczania chorób w buraku cukrowym**

| <b>Substancja aktywna</b>           | <b>Choroba</b>                                                                                          |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>difenokonazol</b>                | <b>chwościk buraka</b>                                                                                  |
| <b>azoksystrobina + difekonazol</b> | <b>chwościk buraka, rdza buraka, mączniak prawdziwy buraka, brunatna plamistość liści</b>               |
| <b>tettrakonazol</b>                | <b>chwościk buraka, mączniak prawdziwy, rdza buraka</b>                                                 |
| <b>mefentriflukonazol</b>           | <b>chwościk buraka, brunatna plamistość liści buraka, rdza buraka</b>                                   |
| <b>fenpropidyna</b>                 | <b>mączniak prawdziwy buraka, chwościk buraka, brunatna plamistość liści (ramularioza), rdza buraka</b> |
| <b>boskalid + piraklostrobina</b>   | <b>chwościk buraka</b>                                                                                  |
| <b>tebukonazol</b>                  | <b>chwościk buraka, mączniak prawdziwy</b>                                                              |
| <b>azoksystrobina</b>               | <b>chwościk buraka, mączniak prawdziwy, brunatna plamistość liści buraka</b>                            |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Krawczyk i Kierzek (2023)

## 3.9

### Zbiór i przechowanie

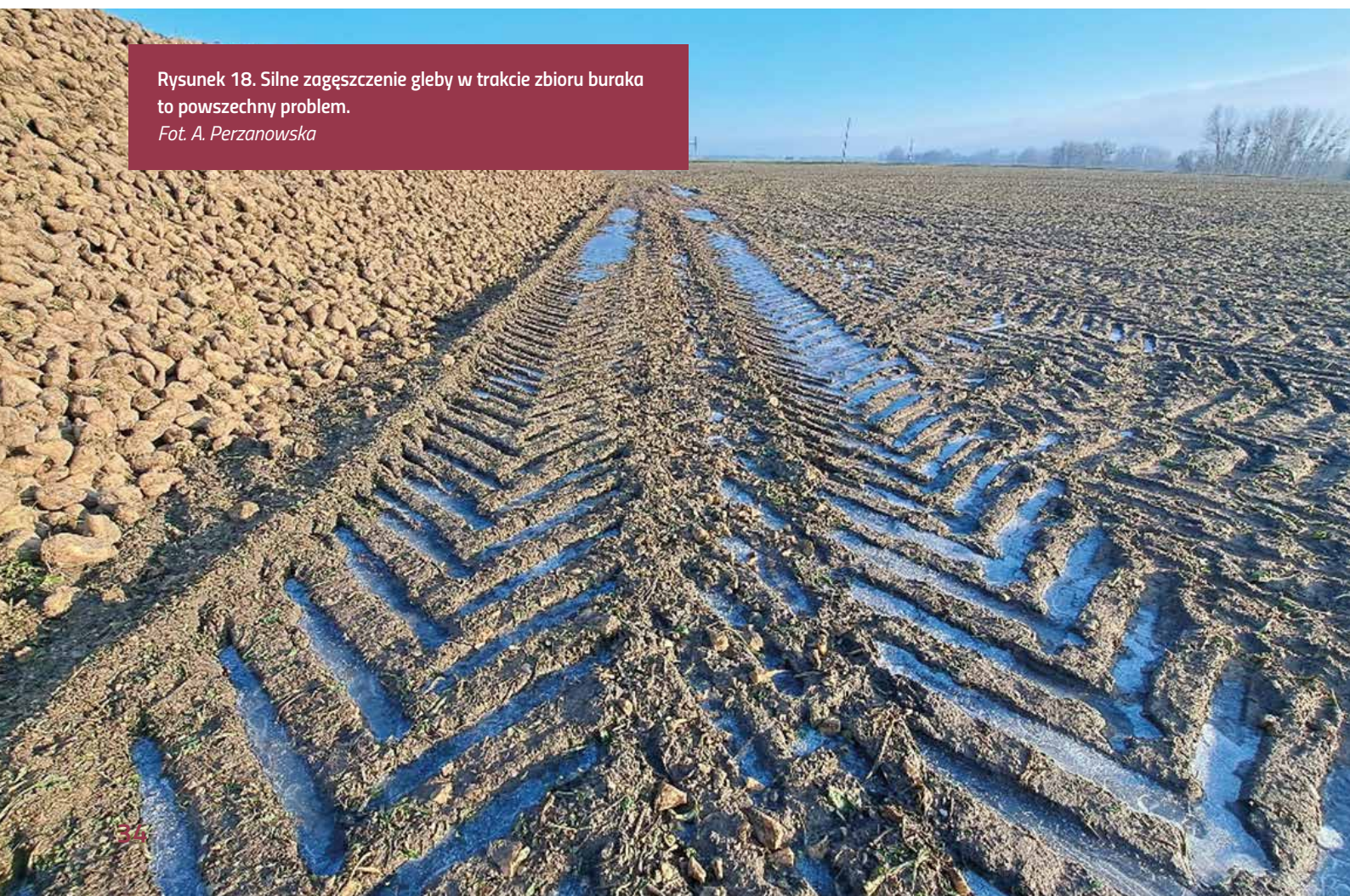
Zbiór buraków cukrowych jest ważnym etapem, decydującym o jakości pozyskanego plonu korzeni. Termin zbioru podyktowany jest dojrzałością technologiczną buraków, ale też gotowością cukrowni do przerobu korzeni. Buraki uzyskują dojrzałość technologiczną po 180 dniach wegetacji i jest to optymalny czas na zbiór buraków. Najczęściej termin ten przypada w październiku, ale zdarza się, że ze względów organizacyjnych przesuwa się na listopad, a nawet grudzień.

Niestety, im późniejszy termin zbioru, tym gorsze warunki pogodowe dla prac polowych. Użycie ciężkiego sprzętu podczas zbioru, powoduje nadmierne zagęszczenie gleb i niszczenie jej struktury (rys. 18 i 19). Dlatego też nie zaleca się wykonywania zbioru korzeni buraka cukrowego na zbyt mokrym polu. W nowoczesnej technologii zbiór przeprowadza się przy pomocy kombajnu samobieźnego, najczęściej 6-rzędowego. Takie kombajny razem z korzeniami mogą ważyć do 65 t w przypadku maszyn trójosiowych i 45 t przy dwóch osiach, co powoduje nacisk na oś około 22,5 t oraz nacisk na koła około 11 t. Przejazdy po polu powodują nie tylko zagęszczenie warstwy powierzchniowej, którą

można rozluźnić uprawą. Wielokrotne przejazdy po polu, zwłaszcza w warunkach nadmiernego uwilgotnienia gleby, mogą powodować również zagęszczenie głębszych warstw gleby. Ugniatające działanie na podglebie może mieć charakter trwały i nieodwracalnie zagęszczać układ gleby nawet głębszych poziomów profilu glebowego. Zjawisko to jest bardzo niekorzystne, gdyż może utrudniać obieg wody w glebie, jej dostępność dla roślin, a także głęboki rozwój systemu korzeniowego roślin, co zmniejsza ich odporność na suszę. Nowoczesne kombajny do zbioru są wyposażone w specjalne, niskociśnieniowe ogumienie, ograniczające ugniatanie gleby oraz rozwiązania konstrukcyjne, które mają na celu zmniejszenie zagęszczenia gleby pod wpływem przejazdu kół. Ważne jest także to, aby w miarę możliwości zbioru buraków nie prowadzić w okresach dużego uwilgotnienia gleby. Stosowanie uprawy bezorkowej pod buraka cukrowego oraz w roślinach przychodzących na polu przed i bezpośrednio po nim jest dobrym narzędziem łagodzącym negatywny wpływ uprawy buraka na stan fizyczny gleby, zwłaszcza na jej strukturę.

Rysunek 18. Silne zagęszczenie gleby w trakcie zbioru buraka to powszechny problem.

Fot. A. Perzanowska





Rysunek 19. Rozdrobnione liście pozostawione na polu w pewnym stopniu mogą rekompensować pogorszenie właściwości fizycznych gleby po uprawie i zbiorze buraków cukrowych.

Fot. A. Perzanowska

Dla uzyskania jak najlepszej wartości technologicznej korzeni buraków ważne jest prawidłowe ogłównienie i ograniczenie uszkodzeń mechanicznych korzeni. Buraki ogłównione zbyt nisko zmniejszają zarówno plon korzeni, jak i cukru. Natomiast ogłównienie buraków zbyt wysoko skutkuje utrudnieniem wydobycia cukru i ryzykiem odrastania liści podczas składowania na przymie (na odrost zużywają one zgromadzony w korzeniu cukier). Podczas zbioru i później załadunku buraków, nie wolno też dopuścić do zanieczyszczenia korzeni glebą. Gleba zanieczyszczająca korzenie po zbiorze powinna zostać na polu, zwłaszcza że buraka uprawia się na polach z glebami dobrej jakości.

Końcowa jakość i masa buraków cukrowych zależy od sposobu przechowywania ich na przymie. Wymiary

prawidłowo usypanej przymy powinny wynosić 2 metry wysokości i 7,5 metra szerokości. Przyma powinna być usytuowana na płaskiej powierzchni, blisko utwardzonej drogi dojazdowej, tak aby ułatwić załadunek korzeni. Przyma powinna być przykryta specjalną, wodoodporną agrowłókniną. Wykopane korzenie buraków są wrażliwe na spadki temperatury do  $-1^{\circ}\text{C}$ . Przy uszkodzeniu przymrozkiem korzeni buraków na przymie (rys. 20), możliwie szybko powinien nastąpić ich przerób. Silnie przemrożone, a następnie odtajane buraki cukrowe nie są przydatne do przerobu na cukier, ze względu na zbyt duże straty. Korzenie na przymie powinny być przechowywane w temperaturze  $2-3^{\circ}\text{C}$ .



Rysunek 20. Zbyt wysokie ogłównianie oraz przemrożenie korzeni buraków to ryzyko obniżenia ich wartości technologicznej.

Fot. A. Perzanowska

W wyniku produkcji cukru powstają cenne produkty uboczne w postaci melasy i wysłodków buraczanych. Melasę wykorzystuje się do produkcji drożdży piekarskich i pastewnych, a także alkoholu. Jest również powszechnie stosowana jako pasza wysokoenergetyczna, gdyż 80 % suchej masy melasy stanowi sacharoza. Jej dodatek do mieszanek paszowych polepsza smak paszy i pobudza apetyt. Dobrze sprawdza się jako dodatek do kiszzonek o wysokiej zawartości białka, a niskiej cukru. Ponadto, melasa jest stosowana w laboratoriach mikrobio-

logicznych do namnażania bakterii i produkcji preparatów bakteryjnych. W rolnictwie regeneratywnym może służyć jako nawóz, stanowi doskonałe źródło węglowodanów dla mikroorganizmów glebowych, poprawiając jakość gleby.

Wysłodki buraczane są krajanką z buraków, pozostałą po wydobyciu cukru z korzeni. Mogą być wykorzystywane jako pasza, w formie suszonej lub świeżej. Są przydatne do żywienia krów mlecznych, bydła opasowego i owiec.

# 4

## ZESTAWIENIE PRAKTYK I ANALIZA KORZYŚCI



**Podsumowując, w uprawie regeneratywnej buraka cukrowego zwraca się szczególną uwagę na takie aspekty jak:**

- burak cukrowy zajmuje ważne miejsce w płodozmianie, jako przerywnik monokultur zbożowych,
- przed burakiem cukrowym jest przestrzeń czasowa do uprawy zalecanych w rolnictwie regeneratywnym mieszanek międzyplonowych, w których zaleca się wysiewać odmiany mączkobilobowe roślin,
- odpowiednie przygotowanie gleby do uprawy buraka cukrowego, dotyczące uprawy roli i nawożenia, powinno być planowane już na etapie uprawy przedplonu,
- uproszczenia w uprawie gleby oraz wprowadzanie upraw strukturotwórczych do płodozmianu z burakiem cukrowym, uprawianych w plonie głównym i międzyplonach ogranicza występowanie podeszwy płużnej i podatności gleb na zaskorupianie, które utrudniają prawidłowy rozwój buraka cukrowego już od wczesnych faz wzrostu,
- stosowanie uprawy bezorkowej w płodozmianie z burakiem cukrowym wpływa korzystnie na bilans materii organicznej gleb oraz ich aktywność biologiczną,
- nawożenie buraka powinno być zbilansowane i prowadzone w oparciu o zasobność gleb w składniki pokarmowe i potrzeby pokarmowe roślin na różnym poziomie plonowania, w uprawie buraka cukrowego należy stosować nawożenie naturalne i organiczne oraz dokarmianie doliste,
- do ochrony roślin należy wykorzystywać w pierwszej kolejności wszystkie niechemiczne metody ochrony roślin, w tym dobór odmian o podwyższonej odporności na choroby i szkodniki, prawidłowo zaplanowany płodozmian, wykonywanie zabiegów w odpowiednich terminach, stosowanie metod ochrony biologicznej i mechanicznej jako alternatywy dla pestycydów, ochronę naturalnych organizmów pożytecznych, izolacja upraw od roślin, które mogą być źródłem patogenów,
- zaleca się regulację odczynu gleby poprzez wapnowanie, co wpływa korzystnie na rozwój roślin i pobieranie składników pokarmowych, a także na aktywność biologiczną i strukturę gleby,
- zabiegi uprawowe powinny być prowadzone przy optymalnej wilgotności uprawowej, aby ograniczyć niszczenie struktury i układu gleby oraz nadmierne zagęszczenie warstwy uprawnej i podglebia,
- o jakości plonu buraka cukrowego decyduje nie tylko stosowana w jego uprawie agrotechnika, ale także sposób zbioru korzeni oraz ich składowania,
- liście buraka pozostawione po zbiorze i zmieszane z glebą są źródłem składników pokarmowych i w pewnym stopniu rekompensują pogorszenie fizycznej jakości gleby pod wpływem uprawy buraka cukrowego.



## Literatura:



1. Arvidsson, J., 2001. *Subsoil compaction caused by heavy sugarbeet harvesters in southern Sweden: I. Soil physical properties and crop yield in six field experiments. Soil Till. Res.* **60**, 67–78.
2. Brantner, J., Loyer, R., Eigner, H., 2014. *Gewichtige Erntetechnik mit bodenschonenden Details. AgroZucker - AgroStärke* 5/2014, 23–25.
3. Byszewski W., Wzorek H. 1979. *Gospodarka wodna buraków cukrowych. W: Biologia buraka cukrowego. Byszewski W. red. PWN, Warszawa.*
4. Chwil S., Szewczuk C. (2003). *Wpływ dolistnego dokarmiania buraka cukrowego na jego plon i niektóre cechy jakościowe. Acta Agrophysica*, 85, 117–124.
5. Dmowski Z., Dzieżyc H., Chmura K. (2011). *Porównanie potrzeb wodnych buraka cukrowego określonych przez sumę opadów oraz liczbę dni z opadem. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, (05).
6. Dz.U. 2018 poz. 1339
7. Dz.U. 2023 poz. 244
8. Górski D, Gaj R, Ulatowska A, Miziniak W (2022) *Effect of strip-till and variety on yield and quality of sugar beet against conventional tillage. Agriculture* 12(2):166.
9. Grzebisz W. (2009). *Nawozy organiczne. W: Nawożenie roślin uprawnych, Cz. I. Nawozy i systemy nawożenia, PWRiL, Poznań.*
10. Grzebisz W. (2009). *Nawozy organiczne. W: Nawożenie roślin uprawnych, Cz. II. Nawozy i systemy nawożenia, PWRiL, Poznań.*
11. Grzebisz W. (2009). *Produkcja roślinna, Cz. III. Technologie produkcji roślinnej. Hortress Sp. z o.o., Warszawa.*
12. Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. (1998). *Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. PWRiL, Warszawa.*
13. IUNG <https://dpr.iung.pl/potrzeby-pokarmowe-roslin/> [dostęp. 15.11.2023]
14. Koch, H.J., Heuer, H., Tomanová, O., Märlander, B., 2008. *Cumulative effect of annually repeated passes of heavy agricultural machinery on soil structural properties and sugar beet yield under two tillage systems. Soil Till. Res.* **101**, 69–77.
15. Krawczyk R., Kierzek R. (2023) *Wykaz herbicydów rekomendowanych do integrowanej produkcji roślin rolniczych. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy.*
16. Kropisz A. (1997). *Nawozy. W: Uprawa roli i nawożenie roślin ogrodniczych. Starck J. R. red. PWRiL, Warszawa*
17. Kuc P., Tendziagolska E. (2011). *Plonowanie buraka cukrowego w różnych wariantach uprawy roli. Fragm. Agron*, 28(3), 63–69.
18. Lal R., Shukla M. 2004. *Principles of soil physics. Marcel Dekker. The Ohio State University Columbus, Ohio, U.S.A.*, 699.
19. Maćkowiak Cz. (1998). *Słoma jako nawóz w gospodarstwie bezinwentarzowym. Wieś Jutra*, 5, 46–48.
20. Maćkowiak Cz. (1999). *Gnojowica - jej właściwości i zasady stosowania z uwzględnieniem ochrony środowiska. Materiały szkoleniowe nr 75/99. IUNG, Puławy.*

21. Maćkowiak Cz. (2004). *Zasady stosowania nawozów naturalnych i organicznych w świetle aktualnych regulacji przepisów. W: Poprawa efektywności wykorzystania składników nawozowych w gospodarstwach rolnych na Mazowszu. Rzepiński W. red., Wyd. ODR.*
22. Maćkowiak Cz., Żebrowski J. (2000). *Skład chemiczny obornika w Polsce. Nawozy i Nawożenie. Rok II, 4(5), IUNG.*
23. Marzec K., Moliszewska E., Piszczek J. (2018). *Burakochwasty i pośpiechy na plantacjach buraka cukrowego. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego. 1(91), 87-93.*
24. *Metodyka integrowanej produkcji buraka (2023). Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa.*
25. Mrówczyński M., Strażyński P. (2023) *Wykaz insektycydów rekomendowanych do integrowanej produkcji roślin rolniczych. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy.*
26. *Normatywy Produkcji Rolniczej – Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. <https://poznan.cdr.gov.pl/normatywy/>.*
27. Nowak, L. (1989). *Potrzeby opadowe roślin okopowych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 343.*
28. Ostrowska, D. (2001). *Czynniki wpływające na jakość buraka cukrowego. Wieś Jutra, (01), 19-21.*
29. Ozimiński, S. (2000). *Liście buraczane jako nawóz organiczny. Informacyjny Biuletyn Rolniczy. Aktualności, (118-119).*
30. Podlaski S., Chołuj, D., Wiśniewska A. (2017). *Kształtowanie się plonu buraka cukrowego w zależności od wybranych czynników środowiskowych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, (590).*
31. Stępień A. (2009) *Możliwości uprawy i plonowanie buraka cukrowego w warunkach Polski Północno-Wschodniej na tle zachodzących zmian klimatycznych.*
32. Sułek A., Harasim A. (2022). *Plonowanie i efekty ekonomiczne produkcji pszenicy ozimej i jarej w stanowisku po buraku cukrowym. Agronomy Science, 77(2).*
33. Tybała M. (1996). *Gospodarka wodna w rolnictwie. PWRiL, Warszawa.*
34. VDLUFA. (2014). *Humusbielanzierung. Eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland. Wyd. VDLUFA*
35. Wacławowicz R., Parylak D., Maziarek A. (2012). *Zmiany wskaźników struktury gleby pod wpływem zróżnicowanych systemów uprawy pszenicy jarej. Fragm. Agron., 29(2), 123-133.*
36. Wacławowicz R. (2013). *Siedliskowe i produkcyjne skutki polowego zagospodarowania liści buraka cukrowego. Wyd. UP Wroc., Monogr., 165.*
37. Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Roszkowska B., Laudanski Z., Gozdowski D. (2002). *Plony i jakość korzeni buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w zależności od nawożenia mineralnego, pH i zasobności gleb w fosfor i potas. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, (222), 231-238.*
38. Wyszyński Z., Artyszak A. *Burak cukrowy. W: Uprawa roślin. Tom II. Kotecki A. (red.). Wyd. UP we Wrocławiu, Wrocław, 345-393.*
39. Żarski J., Kuśmierk-Tomaszewska R., Dudek S. (2020). *Impact of irrigation and fertigation on the yield and quality of sugar beet (Beta vulgaris L.) in a moderate climate. Agronomy, 10-166.*

Poznań 2024



Co-funded by the  
European Union