

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO



TERRA
NOSTRA
FUNDACJA



Food
REGENERATIVE AGRICULTURE REVOLUTION



Co-funded by the
European Union

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO

Projekt i opracowanie graficzne:
Maciej Wilgosiewicz
Piotr Krukowski
Agencja reklamowa Pixel Star

Wydawca:
Fundacja Rozwoju Rolnictwa Terra Nostra
www.fundacjaterranostra.pl

Właściciel projektu:
EIT Food
www.eitfood.eu



Rewolucja Rolnictwa Regeneracyjnego to projekt prowadzony przez 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, który produkuje zdrową i zrównoważoną żywność dla wszystkich.

Wspierani przez Europejski Instytut Innowacji i Technologii (EIT), instytucję Unii Europejskiej, inwestujemy w projekty, organizacje i osoby, które podzielają nasze cele dotyczące zdrowego i zrównoważonego systemu żywnościowego. Odblokowujemy potencjał innowacyjny w biznesie i na uczelniach oraz tworzymy i skalujemy start-upy z branży rolno-spożywczej, aby wprowadzać na rynek nowe technologie i produkty. Wyposażamy przedsiębiorców i specjalistów w umiejętności potrzebne do przekształcenia systemu żywnościowego i stawiamy konsumentów w centrum naszej pracy, pomagając budować zaufanie poprzez ponowne łączenie ich z pochodzeniem ich żywności.

Jesteśmy jedną z ośmiu społeczności innowacyjnych utworzonych przez Europejski Instytut Innowacji i Technologii (EIT), niezależny organ UE utworzony w 2008 r. w celu pobudzania innowacji i przedsiębiorczości w całej Europie.

Dowiedz się więcej na www.eitfood.eu lub śledź nas w mediach społecznościowych: Twitter, Facebook, LinkedIn, YouTube i Instagram.

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO

Poznań 2023

SPIS TREŚCI

1. RZEPAK	str. 6	3. ZIEMNIAK	str. 60
■ 1.1 ZNACZENIE GOSPODARCZE	str. 7	■ 3.1 WPROWADZENIE DO UPRAWY REGENERATYWNEJ	str. 61
■ 1.2 WYMAGANIA GLEBOWE I KLIMATYCZNE	str. 8	■ 3.2 WYMAGANIA POKARMOWE I GLEBOWE	str. 63
■ 1.3 WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE	str. 10	■ 3.3 TECHNOLOGIA UPRAWY REGENERATYWNEJ	str. 64
■ 1.4 MIEJSCE W PŁODOZMIANIE	str. 11	■ 3.3.1 STANOWISKO I PRZEDPLON	str. 64
■ 1.5 UPRAWA GLEBY	str. 15	■ 3.3.2 DOBÓR ODMIAN	str. 66
■ 1.6 SIEW	str. 13	■ 3.3.3 UPRAWA GLEBY	str. 67
■ 1.7 NAWOŻENIE I WAPNOWANIE	str. 16	■ 3.3.4 SADZENIE BULW ZIEMNIAKA	str. 69
■ 1.8 NAWOŻENIE ORGANICZNE I NATURALNE	str. 17	■ 3.3.5 NAWADNIANIE	str. 71
■ 1.9 NAWOŻENIE MINERALNE FOSFOREM I POTASEM	str. 18	■ 3.3.6 ZMIENNE NAWOŻENIE ROŚLIN I GLEBY	str. 74
■ 1.10 NAWOŻENIE MINERALNE AZOTEM	str. 18	■ Stosowanie nawozów naturalnych i organicznych	str. 74
■ 1.11 DOLISTNE DOKARMIANIE RZEPAKU MIKROSKŁADNIKAMI	str. 19	■ Nawożenie mineralne	str. 76
■ 1.12 OCHRONA PRZED AGROFAGAMI	str. 20	■ Nawożenie azotowe	str. 77
■ 1.13 OCHRONA PRZED ZACHWASZCZENIEM	str. 20	■ Nawożenie potasowe	str. 77
■ 1.14 OCHRONA PRZED CHOROBAMI	str. 22	■ Nawożenie fosforowe	str. 78
■ 1.15 OCHRONA PRZED SZKODNIKAMI	str. 23	■ Nawożenie siarkowe	str. 79
■ 1.16 ZBIÓR	str. 26	■ Nawożenie magnezowe	str. 79
■ Literatura	str. 116	■ Nawożenie mikroelementami	str. 79
2. PSZENICA	str. 28	■ 3.3.7 OCHRONA PRZED SZKODNIKAMI I CHOROBAMI	str. 80
■ 2.1 WPROWADZENIE DO UPRAWY REGENERATYWNEJ	str. 29	■ Ochrona przed szkodnikami	str. 82
■ 2.2 WYMAGANIA POKARMOWE I GLEBOWE	str. 31	■ Ochrona przed chorobami	str. 82
■ 2.3 TECHNOLOGIA UPRAWY REGENERATYWNEJ	str. 32	■ Ochrona przed chwastami	str. 83
■ 2.3.1 MIEJSCE W PŁODOZMIANIE	str. 32	■ 3.3.8 ZBIÓR I PRZECHOWANIE	str. 84
■ 2.3.2 DOBÓR ODMIAN	str. 34	■ 3.3.9 REGULACJA PH ORAZ ROLA WAPNIA W UPRAWIE REGEN. ZIEMNIAKA	str. 86
■ 2.3.3 UPRAWA GLEBY	str. 34	■ 3.4 ZESTAWIENIE PRAKTYK I ANALIZA KORZYŚCI	str. 87
■ 2.3.4 SIEW	str. 36	■ Literatura	str. 117
■ 2.3.5 NAWADNIANIE	str. 38	4. SOJA	str. 88
■ 2.3.6 ZMIENNE NAWOŻENIE ROŚLIN I GLEBY	str. 39	■ 4.1 ZNACZENIE GOSPODARCZE	str. 89
■ Nawożenie mineralne	str. 40	■ 4.2 WYMAGANIA GLEBOWE	str. 90
■ Nawożenie azotowe	str. 41	■ 4.3 WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE	str. 91
■ Nawożenie potasowe	str. 42	■ 4.4 MIEJSCE W PŁODOZMIANIE	str. 92
■ Nawożenie fosforowe	str. 43	■ 4.5 UPRAWA – PRZYGOTOWANIE STANOWISKA POD SIEW	str. 94
■ Nawożenie siarką oraz magnezem	str. 44	■ 4.6 SIEW	str. 96
■ Nawożenie mikroelementami	str. 44	■ 4.7 INOKULACJA NASION	str. 97
■ 2.3.7 OCHRONA PRZED SZKODNIKAMI I CHOROBAMI	str. 44	■ 4.8 WYMAGANIA I POTRZEBY NAWOZOWE	str. 99
■ Kontrola zachwaszczenia	str. 45	■ 4.9 OCHRONA PRZED CHWASTAMI, SZKODNIKAMI I CHOROBAMI	str. 100
■ Ograniczenie występowania szkodników	str. 47	■ 4.10 ZBIÓR	str. 101
■ Zwalczenie chorób	str. 50	■ Literatura	str. 118
■ Zabieg ograniczający wyleganie pszenicy	str. 52	5. GLEBA	str. 102
■ 2.3.8 ZBIÓR I PRZECHOWANIE	str. 54	■ 5.1 WSTĘP	str. 103
■ 2.3.9 REGULACJA PH I ROLA WAPNIA	str. 56	■ 5.2 GLEBA I KLUCZOWE JEJ WŁAŚCIWOŚCI	str. 104
■ 2.4 ZESTAWIENIE PRAKTYK I ANALIZA KORZYŚCI	str. 58	■ 5.3 KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI GLEB = KSZTAŁTOWANIE PŁONU	str. 109
■ Literatura	str. 116	■ 5.4 AKTUALNA OCENA WŁAŚCIWOŚCI GLEBY TO PODSTAWA JEJ REGENERACJI	str. 110
		■ 5.5 ANALIZA GLEBY W ROLNICTWIE REGENERATYWNYM	str. 112
		■ 5.5.1 POBIERANIE PRÓBEK GLEBOWYCH	str. 113
		■ 5.5.2 ANALIZA GLEBY	str. 114

Autor:
dr. Marcin Markowicz

Recenzja:
Dr hab. Anna Tratwal, prof. IOR PIB

01

RZEPAK

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO



ZNACZENIE GOSPODARCZE

Najbardziej popularną rośliną z grupy roślin oleistych jest rzepak. Polska zajmuje trzecie miejsce w UE po Francji i Niemczech w produkcji tego gatunku (FAO).

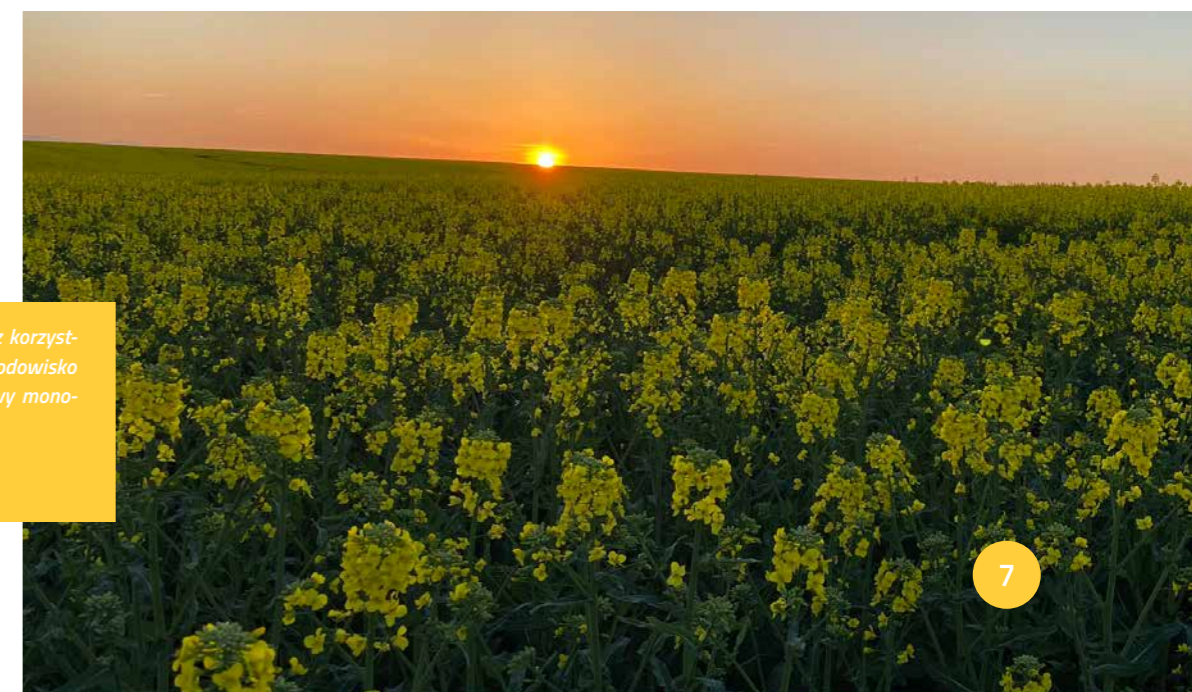
1.1

Rzepak ozimy jest rośliną wysoce użyteczną, odwdzięczającą się wysokimi, wartościowymi plonami nasion, ale wymagającą od producentów wiedzy i staranności w jej uprawie. Wzrost popytu na nasiona rzepaku na rynkach światowych wynika ze zwiększenia znaczenia tego gatunku jako rośliny konsumpcyjnej (olej), paszowej (reszta beztłuszczowa nasion), energetycznej (olej, nietłuszczowa reszta nasion, słoma) oraz prośrodowiskowej - masa organiczna resztek poźniwnych, fitomasa w formie międzyplonów (Kotecki i in. 2020). Olej produkowany z nasion uprawianych odmian rzepaku zalicza się do olejów spożywczych określanych jako żywność funkcjonalna, to znaczy mająca korzystny wpływ na stan zdrowia człowieka. Olej rzepakowy cechuje się idealnym, z punktu widzenia żywnościowego, stosunkiem kwasów omega-6 (kwas

linolowy) do omega-3 (kwas linolenowy), tj. 2:1. O jakości uzyskanego oleju znacząco decyduje jakość nasion będących surowcem w produkcji oleju. Wysoką jakość tego surowca zapewnia przede wszystkim prawidłowa uprawa rzepaku, ochrona, zbiór i przechowywanie nasion.

Warto również zwrócić uwagę na znaczącą rolę rzepaku w agroekosystemach. Jego istotne znaczenie wynika z korzystnego oddziaływania na środowisko glebowe w warunkach uprawy monokulturowej zbóż. Rzepak jest atrakcyjnym przedplonem dla zbóż, ze względu na szybki rozkład resztek poźniwnych (wąski stosunek C:N), ale również jego działania biofumigacyjnego. Nie bez znaczenia jest również krajobrazowe znaczenie rzepaku.

Istotna rola rzepaku wynika z korzystnego oddziaływania na środowisko glebowe w warunkach uprawy monokulturowej zbóż.





WYMAGANIA GLEBOWE I KLIMATYCZNE

1.2

Rzepak ma duże wymagania glebowe, które obok ryzyka termicznego są głównym powodem nierównomiernego rozmieszczenia geograficznego uprawy tego gatunku w Polsce.

Jest rośliną dobrze przystosowującą się do różnych warunków glebowych, ale wierne i wysokie plony nasion uzyskuje się na glebach najlepszych, I-III klasy bonitacyjnej, o dobrej strukturze i odpowiednim odczynie. Pod względem typologicznym, najbardziej przydatnymi glebami do uprawy rzepaku ozimego są gleby brunatne właściwe i płowe typowe, czarnoziemy, czarne ziemie, mady oraz dobrze rozwinięte rędziny.

Zadawalające warunki do uprawy rzepaku stwarzają roczne opady w granicach 500-600 mm. Rzepak należy do gatunków racjonalnie gospodarujących wodą, co pozwala na osiągnięcie wysokich plonów nasion nawet na obszarach o rocznej sumie opadów <450 mm. Dobre wykorzystanie wody przez rzepak wiąże się z silnie rozwiniętym i głęboko zalegającym systemem korzeniowym, woskowym nalotem na liściach oraz stosunkowo szybkim wiosennym rozwojem. Dla powodze-

nia uprawy rzepaku, ważniejszy od ogólnej sumy opadów atmosferycznych, jest ich rozkład. Rzepak w okresie formowania rozety ma małe wymagania wodne. Do prawidłowego przebiegu fazy kielkowania i wschodów potrzeba 10-20 mm opadów atmosferycznych. Brak opadów w czasie kielkowania i wschodów nasion oraz przesuszenie gleby podczas wschodów powodują nierównomierne i słabe wschody co przy małej liczbie wysianych nasion może znacząco obniżyć plon. Rzepak jest mało wrażliwy nawet na kilkutygodniowe niedobory wody w okresie formowania rozety, gdyż szybko rosnąca korzeń pozwala czerpać wodę z głębszych warstw gleby. Wrażliwość rzepaku ozimego na suszę wyraźnie wzrasta w okresie wiosenno-letniej wegetacji. Według Dzieżyca (1993) optymalne zapotrzebowanie na wodę opadową wynosi: 70-105 mm w okresie jesiennej wegetacji, 150-240 mm w okresie zimowego spoczynku oraz 170-180 podczas wiosenno-letniej wegetacji.



Rzepak jest mało wrażliwy nawet na kilkutygodniowe niedobory wody w okresie formowania rozety.

8

Wymagania termiczne rzepaku zmieniają się w zależności od stadium rozwojowego. Optymalna temperatura powietrza do wschodów rzepaku ozimego mieści się w granicach 16-18 °C. Rzepak zasiany w optymalnym terminie wschodzi po 4-8 dniach. Tylko siew rzepaku ozimego w agrotechnicznie optymalnym terminie pozwala na pełne pokrycie potrzeb termicznych w okresie jesiennym i prawidłowe wykształcenie rozety liściowej, która jest warunkiem koniecznym do właściwego przebiegu procesu hartowania. Odpowiednio zahartowane rośliny rzepaku bez większych strat przechodzą okres zimowego spoczynku z temperaturami powietrza do -15°C bez okrywy śnieżnej. Jeżeli warstwa śniegu wynosi 5-10 cm, to rośliny rzepaku przetrzymują temperatury do -20 °C. Odporność roślin na niskie tempe-

ratury wzrasta do połowy stycznia, po czym powoli maleje. Wrażliwość roślin zwiększa się wówczas, gdy zimny okres mrozów przerywany jest nawrotami ciepła, rośliny rozhartowują się i łatwo przemarzają po ponownym wystąpieniu mrozów. Poza typowym wymarzaniem rośliny rzepaku ozimego mogą być silnie uszkodzane w okresie zimy lub na przedwiośniu w wyniku wysmalania, wyprzenia, wymakania oraz wysadzania (Muśnicki 2003). Na odpowiednie przygotowanie rośliny rzepaku do przetrzymywania ogromne znaczenie ma prawidłowe wykonanie zabiegów agrotechnicznych, dobór odmian oraz dotrzymanie właściwych terminów siewu dla danego regionu.



Tylko siew rzepaku ozimego w agrotechnicznie optymalnym terminie pozwala na prawidłowe wykształcenie rozety liściowej.

9



WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE

1.3

Gatunek *Brassica napus* (L.) – kapusta rzepek jest naturalnym amfidiploidem powstałym w wyniku spontanicznego przekrzyżowania gatunków pierwotnych *Brassica oleracea* (L.) – kapusta i *Brassica campestris* (L.) – rzepik.

W obrębie tego podgatunku wyróżnia się formę ozimą oraz jarą (Szempliński 2012). Rzepek wytwarza silny korzeń palowy, kształtu wrzecionowatego, dobrze przerastający glebę (120-200 cm), ale mało elastyczny przez coruchy gleby w okresie jej zamarzania i odmrażania mogą powodować jego silne uszkodzenie. Nad korzeniem zarodkowym znajdują się sztyka korzeniowa, przechodząca w łodygę podliścieniową, a następnie w łodygę nadliścieniową. Liście właściwe rozwijają się z pąka wierzchołkowego umieszczonego między liścieniami. Kwiatostanem jest wydłużone, luźne grono

składające się z 20-50 kwiatów. W gronie kwitnienie rozpoczyna się od dołu i postępuje ku górze. Kwiaty są obcopolne i owadopylne, a łany obecnie uprawianych odmian rzepaku kwitną przeciętnie 20-30 dni. Owocem jest wielonasienna (25-50 nasion), długa (5-10 cm), gładka lub guzowata łuszczyzna. Nasiona są drobne, kuliste barwy czerwobrunatnej, brunatnoczarnej lub czarnej z połyskującym niebieskawym odcieniem, z wąskim i krótkim znaczkiem. Masa 100 nasion wynosi przeciętnie 4-6g.



Liście właściwe rozwijają się z pąka wierzchołkowego umieszczonego między liścieniami.

10



MIEJSCE W PŁODOZMIANIE

1.4

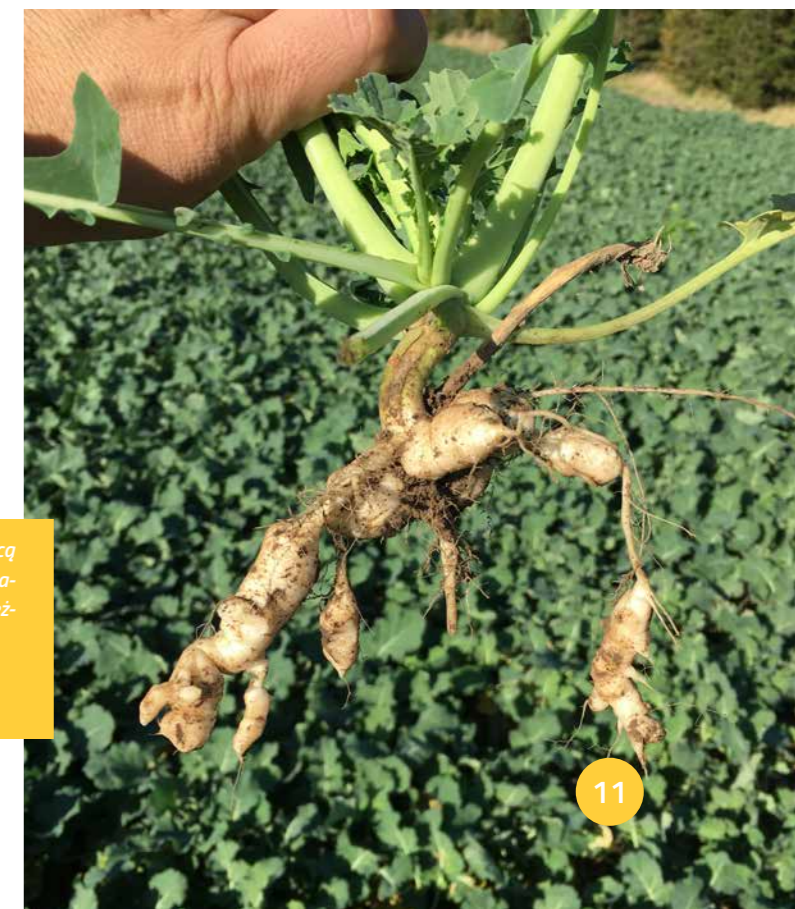
Zwiększając dywersyfikację upraw tworzy się bardziej zróżnicowane środowisko, zwiększa się bioróżnorodność oraz następuje ograniczenie wystąpienia szkodników i chorób roślin uprawnych.

Rzepek ozimy jest bardzo dobrą rośliną w zmianowaniu z uwagi na pozostawianie resztek poźniwnych podwyższających poziom próchnicy w glebie.

W strukturze zasiewów gospodarstwa, udział rzepaku nie powinien przekraczać 25%. Upraszczenie zmianowania prowadzi do spadku produktywności i zmniejszenia urodzajności gleby. W zmianowaniu rzepak ozimy nie powinien znajdować się w bliskim sąsiedztwie buraka, gdyż jest rośliną żywicielską mątwika burakowego. Gatunku tego w żadnym wypadku nie powinno się uprawiać po sobie, nawet w krótkiej monokulturze. Rzepek bardzo negatywnie reaguje na uprawę w zmianowaniu o dużym wysyceniu roślinami kapustowatymi. Resztki poźniwne są źródłem większego porażenia przez suchą zgniliznę, czerń krzyżowych, szarą pleśń, wertyciliozę i cylindrosporiozę. Bardzo dużym zagrożeniem i znaczącą utratą plonu jest wystąpienie kiły kapustnych, szczególnie na glebach ciężkich i mokrych. W przypadku wystąpienia kiły skuteczne ograniczenie można uzyskać tylko poprzez długoletnią przerwę w uprawie rzepaku lub uprawie odmian o dużej odporności na kiłę kapusty. Duży udział rzepaku w zmianowaniu, oraz krótka rotacja skutkuje także masowym występowaniem samosiewów rzepaku, które prowadzą do nadmiernego zagęszczenia roślin i rozwarstwienia łanu w okresie letnio-jesiennej wegetacji. W takich warunkach rzepek konkurując

o światło nadmiernie wydłuża łodygę, co zwiększa ryzyko wymarznienia plantacji. Duży udział i częsta rotacja rzepaku w zmianowaniu zwiększa jednostronne wykorzystanie składników pokarmowych i doprowadza do stanu tzw. „zmęczenia gleby”. W produkcji regeneratywnej należy stosować odpowiednie sąsiedztwo roślin, zapobiega to przemieszczaniu się szkodników (słodyszka rzepakowego, rolnic, bielinków, chowaczy, mszyc, pchełek ślimaków i innych), a także organizmów chorobotwórczych występujących na rzepaku, gorczycy albo warzywach z rodziny kapustowatych. Należy zachować pomiędzy nimi naturalną lub celową strefę izolacyjną.

Najlepszym przedplonem dla rzepaku ozimego są rośliny bobowate jednoroczne zbierane na nasiona lub bobowate wieloletnie (koniczyna, lucerna oraz



Bardzo dużym zagrożeniem i znaczącą utratą plonu jest wystąpienie kiły kapustnych, szczególnie na glebach ciężkich i mokrych.

11

ich mieszanki z trawami). Należy jednak pamiętać, iż w suchych latach wadami tych stanowisk są głębokie przesuszenie gleby i często spotykane duże zachwaszczenie chwastami wieloletnimi. Rzepak najczęściej lokalizowany jest po przedplonach zbożowych. Jak podaje Budzyński [2010] uprawa rzepaku po zbożach może powodować niżkę plonowania o ok. 15-25%. Różnicy tej nie da się w pełni skompensować intensyfikacją technologii produkcji.

Rzepak jest jednym z najlepszych przedplonów dla zbóż - w europejskiej praktyce głównie dla pszenicy ozimej. Atrakcyjność przedplonowa rzepaku wynika

z dużej masy resztek pozbiorowych, ale również z faktu szybkiego ich rozkładu (ze względu na wąski stosunek C:N) przez mikroorganizmy glebowe. Korzystne oddziaływanie resztek poźniwnych rzepaku można wyliczyć na dodatkowe 0,8-1,5 t·ha⁻¹ ziarna pszenicy. Należy podkreślić, iż wzrostowi ziarna pszenicy uprawianej po rzepaku towarzyszy spadek nakładów poniesionych na technologię produkcji, głównie na ochronę fungicydową (Kijewski 2013).



Rzepak jest jednym z najlepszych przedplonów dla zbóż - w europejskiej praktyce głównie dla pszenicy ozimej.



UPRAWA GLEBY

Uprawa roli pod zasiew rzepaku ozimego powinna zapewnić dobre wyrównanie i równomierne spulchnienie gleby oraz uzyskanie struktury gruzełkowej.

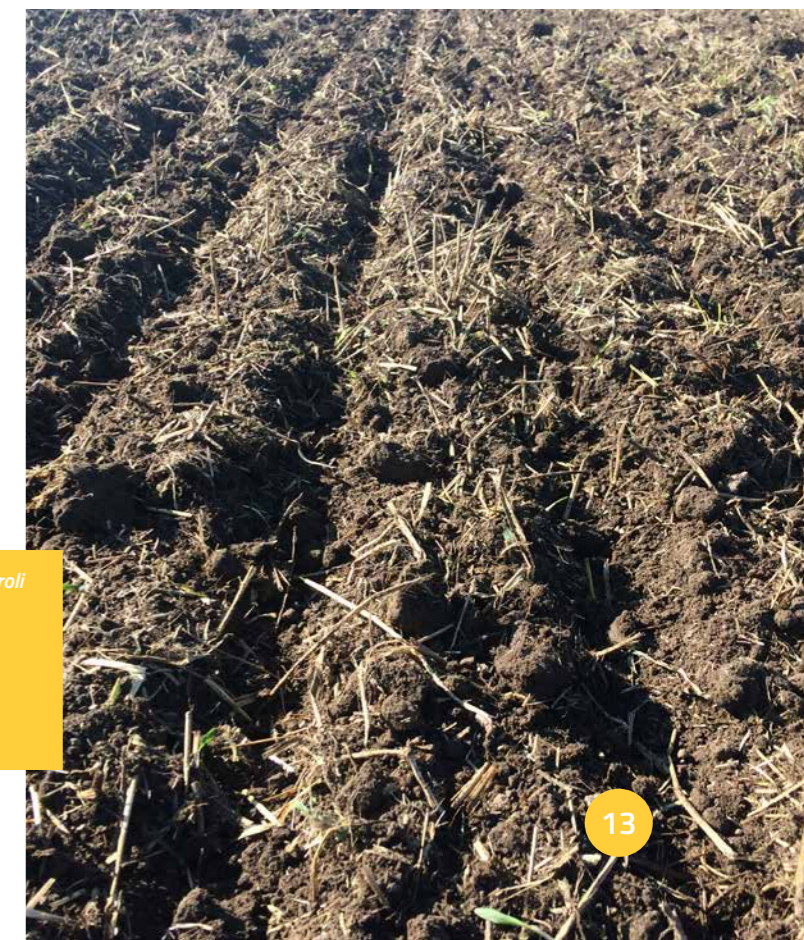
1.5

Nieprawidłowości w uprawie gleby mogą skutkować nierównomiernymi wschodami roślin, a także opóźnieniem ich początkowego rozwoju. Uprawę roli pod rzepak powinno rozpocząć się już od zbioru przedplonu, podczas którego należy zapewnić możliwe niskie koszenie, dokładne rozdrobnienie i równomierne rozrzuć słoju. Następnie, niezależnie od późniejszego sposobu uprawy czy siewu w uproszczeniu, powinno wykonać się możliwe jak najszybciej płytką uprawę poźniwną polegającą na wzruszeniu gleby na głębokość ok. 6-8 cm, do tego zabiegu można wykorzystać gruber lub bronę talerzową. Celem tego zabiegu jest wymieszanie resztek poźniwnych i przyspieszenie ich rozkładu, zahamowanie parowania wody z gleby, gromadzenie wody opadowej i stymulowanie nasion chwastów do kiełkowania. Po pojawieniu się chwastów oraz samosiewów rośliny przedplonowej należy wykonać ponownie płytką uprawę w celu ich zniszczenia. Należy pamiętać, że każdy zabieg uprawowy wiąże się z przesuszeniem roli na głębokości jej uprawy, z tego powodu zabiegi uprawy poźniwniej powinny być wykonywane możliwe najpłycej.

W zespole uprawek przedsięwziętych pod rzepak ozimy należy kierować się zasadą głębokiej uprawy roli z płytkimi zabiegami doprawiającymi. Szczególną uwagę należy zwrócić na głębokość pracy narzędzi uprawowych, gdyż to ona w większym stopniu wpływa na rozwój systemu korzeniowego, a w ostateczności

na plon nasion. Rzepak nie toleruje płytkiej uprawy roli niezależnie od systemu uprawy. Płytką uprawą gleby powoduje wzrost gęstości gleby i spadek jej porowatości. Przejawia się to między innymi utrudnioną wymianą gazową między glebą, a przygruntową warstwą atmosfery co skutkuje wzrostem zawartości CO₂. W rezultacie dochodzi do płytkiego korzenienia się rzepaku oraz zmniejszenia, a w skrajnych przypadkach zahamowania wzrostu i rozwoju systemu korzeniowego.

Rzepak ozimy w uprawie regeneratywnej należy uprawiać w systemie bezorkowym, która polega na spulchnieniu gleby, bez jej odwracania lub przy wykorzystaniu technologii pasowej (strip-till), której głównym celem jest spulchnienie tylko pasów gleby,

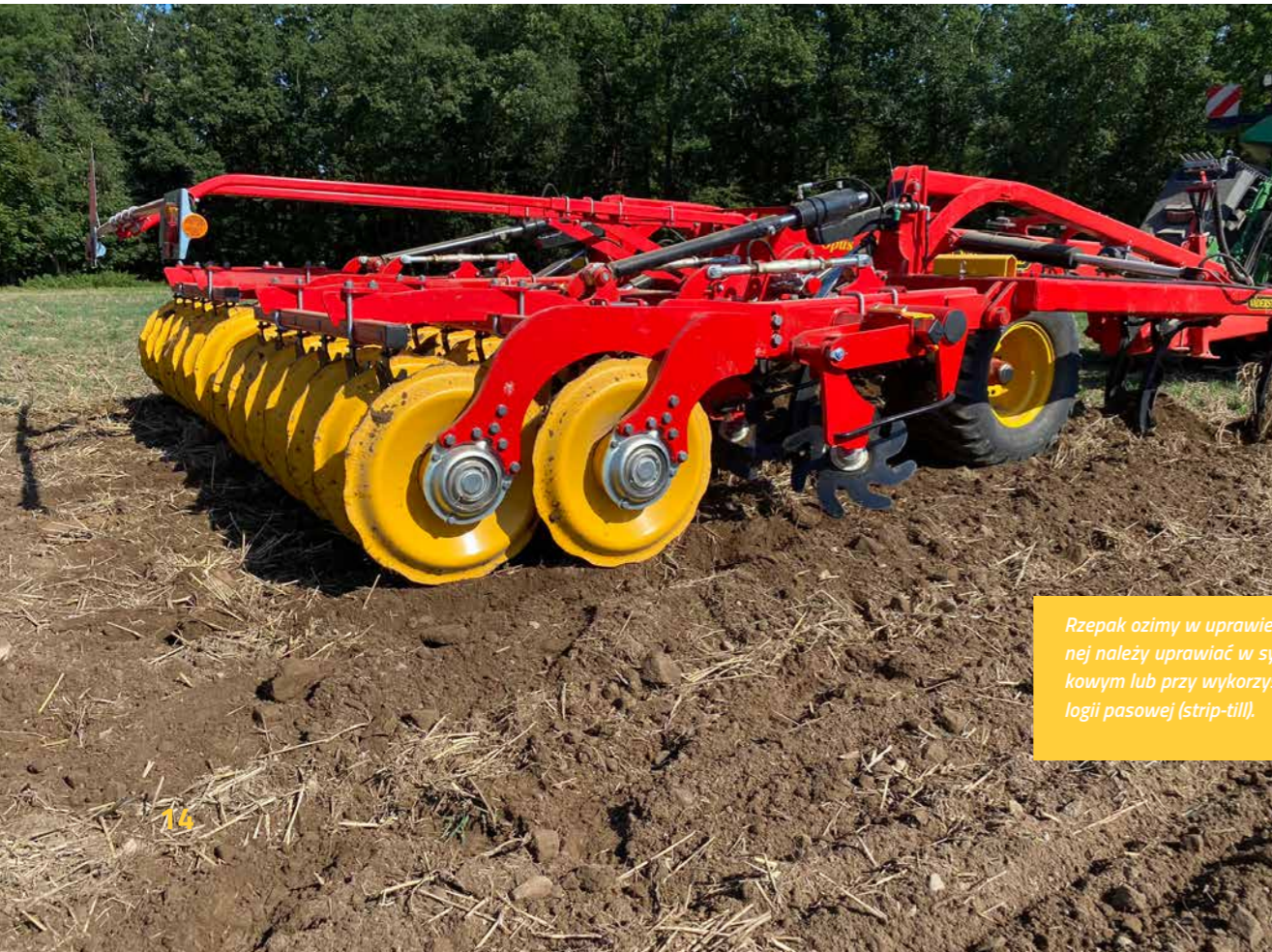


Rzepak nie toleruje płytkiej uprawy roli niezależnie od systemu uprawy.

w których za jednym przejazdem zostają umieszczone nasiona oraz nawóz. Niewątpliwymi zaletami tego sposobu uprawy roli i siewu jest większe niezależenie od warunków atmosferycznych, głębokie spulchnienie pasów gleby i stworzenie tym samym idealnych warunków do rozwoju systemu korzeniowego roślin rzepaku, zachowanie wilgoci w glebie i szybkie tempo wschodów roślin. W związku z tym, że pomiędzy uprawionymi pasami pozostaje niezniszczona ścierń rośliny przedplonowej, w okresie zimowym stanowi ona ochronę przed niekorzystnymi warunkami środowiska (wysmalanie), a także zapobiega wywiewaniu śniegu, który izoluje i ochrania rośliny przed niskimi temperaturami (Sokółski 2017).

Zaprzestanie wykonywania orki diametralnie zmienia przebieg wszelkich procesów, zwłaszcza bio-

logicznych, zachodzących w glebie. Mikroorganizmy glebowe przechodzą fazę swoistego „szoku”, po którym następuje adaptacja do nowych warunków. Zmieniają się kierunki przemian materii organicznej, zaczyna zwiększać się poziom próchnicy w glebie, co końcowo wpływa na poprawę struktury roli i wzrost jej pojemności wodnej. Są to jednak procesy zachodzące powoli, przez lata. Najlepszy wpływ na glebę ma uprawa uproszczona stosowana w sposób ciągły, bez przerywania co kilka lat orką. Orka jest zabiegiem, który ukrywa wiele błędów i niedociągnięć. Uprawa bez orki, zwłaszcza tak wymagających roślin jak rzepak nie jest łatwa, wymaga dużej staranności i terminowości wykonywanych zabiegów nie tylko uprawowych, ale również odpowiedniego nawożenia i ochrony roślin.



Rzepak ozimy w uprawie regeneratywnej należy uprawiać w systemie bezorkowym lub przy wykorzystaniu technologii pasowej (strip-till).



SIEW

Właściwy termin siewu jest czynnikiem decydującym o wzroście i rozwoju rozety liściowej rzepaku ozimego. Warto podkreślić, iż pokrój rozet jest skorelowany z przezimowaniem roślin rzepaku.

1.6

Do prawidłowego uformowania roślin jesienią rzepak potrzebuje około 80 dni wegetacji z temperaturą powyżej 5°C. W warunkach poprawnej agrotechniki siew rzepaku powinien być wykonany w terminie odpowiednim dla danego rejonu kraju. Od zalecanego terminu siewu dopuszcza się odchylenie 4-5 dni, opóźnienie siewu powoduje wytworzenie słabej rozety liściowej, słabe wykształcenie korzenia palowego, a wiosną mniejszą liczbę rozgałęzień rośliny. Zbyt wczesny termin siewu jest również niekorzystny, ponieważ jesienny rozwój roślin zwiększa ryzyko ich wymarzenia.

Gęstość siewu nasion jest wypadkową typu odmiany (mieszańcowa, populacyjna), warunków agroklimatycznych warunkujących kiełkowanie, wschody nasion, warunków termicznych panujących w okresie zimowego spoczynku roślin oraz poziomu i rozkładu opadów atmosferycznych w okresie wiosenno-letniej wegetacji. W warunkach zwiększonego ryzyka wymarzenia rzepaku ozimego, zmniejszenie gęstości siewu powoduje obniżenie plonu nasion, szczególnie silne w warunkach opóźnienia terminu siewu. W regionach o łagodniejszych zimach, gęstość siewu słabo oddziałuje na plonowanie rzepaku, co wskazuje na możliwości jej zmniejszenia.

Nasiona rzepaku powinny być wysiane równomiernie, precyzyjnie (rzędowo lub punktowo) od 30 do 50 roślin na 1 m². W technologii uprawy rzepaku kluczowa jest architektura łanu, czyli przestrzenne rozmieszczenie wszystkich elementów tworzących łan. Najprościej można modelować łan przez rozstawę rzędów. Równomierne rozmieszczenie roślin wpływa korzystnie na średnice łodyg, ich mniejsze wyleganie, silniejsze rozgałęzianie, lepszą przewiewność łanu i niższe wiązanie większej liczby łuszczyń. Najkorzystniejszą architekturę łanu oraz strukturę składowych plonu zapewnia rozstawa rzędów 15 -30 cm, węższa rozstawa rzędów pogarsza warunki fitosanitarne w łanie rzepaku. Nasiona rzepaku powinny być umieszczone na jednakowej głębokości około 1,5 cm. Głębsze ich umieszczenie opóźnia wschody, czyni je nierównomiernymi, a stan rozwarstwienia roślin pogłębia się w miarę wegetacji jesiennej.



Najkorzystniejszą architekturę łanu oraz strukturę składowych plonu zapewnia rozstawa rzędów 15 -30 cm.

15



NAWOŻENIE I WAPNOWANIE

1.7

Rzepak ozimy należy do grupy roślin o małej tolerancji na kwaśny odczyn gleby.

Na stanowiskach o pH poniżej 5,8 źle rośnie jesienią, a wiosną – słabo wykorzystuje składniki wniesione do gleby wraz z nawozami, w okresie pąkowania wykazuje wyraźne objawy zahamowania i nierównomiernego wzrostu, nie rozgałęzia się produktywnie i nisko plonuje. Aby utrzymać glebę na danym stanowisku w odpowiednim zakresie dla rzepaku należy stale kontrolować pH gleby. Optymalnym terminem przeprowadzenia kontroli odczynu pH jest czas zbioru rośliny przedplonowej. Ustalenie terminu wapnowania jest bowiem celem nadrzędnym w skutecznej regulacji odczynu gleby w stanowisku przeznaczonym pod siew rzepaku. W zmianowaniu najlepiej wapnować pod przedplon, uzależniając dawkę oraz formę wapna od aktualnego pH i kategorii agronomicznej gleby. W przypadku konieczności wapnowania przed siewem rzepaku, najlepszą formą nawozu wapniowego są mieszaniny tlenkowo-węglanowe w dawce o 1/3 mniejszej w stosunku do wyliczonej. Wapno tlenkowe zastosowane bezpośrednio przed siewem rzepaku może zakłócić wschody i jesienny wzrost oraz rozwój roślin, zaś

wapno węglanowe ze względu na zbyt powolne działanie może nie w pełni zaspokoić potrzeby pokarmowe rzepaku. Odpowiednim nawozem, w przypadku bardzo krótkich przerw pomiędzy zbiorem przedplonu, a siewem rzepaku, jest siarczan wapnia. Oba składniki tego nawozu, czyli siarka i wapń odgrywają ważną rolę jako składniki pokarmowe rzepaku, a także jako składniki ważne w kontroli aktywności toksycznego glinu. Istota działania wapnia w tym ostatnim zakresie wynika z funkcji, jakie ten pierwiastek pełni w roślinie. Wapń inicjuje aktywność komórek pączków wzrostu, zarówno korzenia jak i części nadziemnych. W glebie kwaśnej obecny w niej Al^{3+} konkuruje z wapniem (Ca^{2+}), czego skutkiem jest zahamowanie wzrostu, a nawet obumarcie korzenia. Niemniej ważna jest rola reszty siarczanowej, która wiążąc Al^{3+} w formy słabo rozpuszczalne, zmniejsza jego koncentrację w glebie. Celem stosowania tej grupy nawozów jest migracja wapnia w głąb profilu glebowego, tak aby składnik ten znajdował się w strefie korzenia się rośliny w momencie intensywnego wzrostu. W przypadku siarczanów wapnia nie ma problemów z zasoleniem oraz poparzeniem roślin.

Aby utrzymać glebę na danym stanowisku w odpowiednim zakresie dla rzepaku należy stale kontrolować pH gleby.



NAWOŻENIE ORGANICZNE I NATURALNE

1.8

Jednym ze sposobów wzbogacenia gleby w substancje organiczne jest pozostawienie słomy przedplonu na polu i potraktowanie jej jako nawozu.

Podczas zbioru zbóż bardzo ważne jest jej dobre rozdrobnienie oraz pozostawienie możliwe najkrótszego ścierniska, które będzie ułatwiało równomierne rozrzucenie słomy na polu oraz prawidłowe i równomierne jej płytkie wymieszanie z glebą na głębokość do 8 cm. Pozostawiając słomę zbóż na polu, należy dostarczyć odpowiednią ilość azotu, która pozwoli na jej szybszą mineralizację (zwiększenie stosunku C:N).

Rzepak bardzo dobrze reaguje na nawożenie obornikiem, niemniej nie jest ono niezbędne w uprawie tego gatunku. Korzystny efekt nawożenia obornikiem, można w łatwy sposób skompensować nawożeniem mineralnym. Natomiast należy pamiętać, że obornik jest dostawcą nie tylko składników pokarmowych, ale przede wszystkim zwiększa zawartość próchnicy w glebie, różnicując jej właściwości sorpcyjne, buforowe, filtracyjne i retencyjne. Obornik poprawia strukturę gleby, jej życie mikrobiologiczne oraz aktywność enzymatyczną. Biorąc pod uwagę relatywnie wolne przechodzenie składników pokarmowych zawartych w oborniku w formy przyswajalne dla roślin, nawożenie mineralne NPK pod rzepak ozimy należy obniżyć odpowiednio o 25, 30 i 50% w stosunku do wyliczonego. Obornik można wprowadzić

do gleby na ściernisko i przykryć płytką, a następnie głęboką uprawą za pomocą kultywatorów wykorzystywanych w systemach bezorkowych.

Gnojowica również jest bardzo dobrym nawozem dla rzepaku ozimego, można ją stosować przed siewem w dawce uwzględniającej skład chemiczny oraz równoważniki nawozowe. W przypadku prawidłowo przechowywanej gnojowicy, zawarty w niej fosfor i potas mogą być dostępne dla rzepaku na poziomie dostępności ich z nawozów mineralnych (równoważnik nawozowy = 1). Równoważnik nawozowy azotu wynosi ok. 0,7 (gnojowica przed siewem wymieszana z glebą) (Budzyński 2010). Należy podkreślić, iż gnojowica szybko i silnie modyfikuje właściwości fizyczne, biologiczne i chemiczne gleby, z tego powodu przy jej stosowaniu należy bezwzględnie monitorować skutki środowiskowe aplikacji.

Obornik poprawia strukturę gleby, jej życie mikrobiologiczne oraz aktywność enzymatyczną.



NAWOŻENIE MINERALNE FOSFOREM I POTASEM

1.9

Fosfor wpływa na harmonijny wzrost i rozwój roślin, wysokość i jakość plonu nasion, reguluje stosunek masy organów generatywnych do wegetatywnych, uodpornia rośliny na przemarzanie, wyleganie i niektóre choroby oraz zapobiega ujemnym skutkom przenawożenia azotem.

Fosfor jest niezbędny do prawidłowego wzrostu korzeni, wytworzenia przez rośliny odpowiedniej liczby zawiązków pędów, liści i kwiatów oraz ograniczenia późniejszej redukcji zawiązanych tłuszczyn.

Potas jest pobierany w postaci jonu K+. Rośliny selektywnie i sprawnie pobierają potas, który w warunkach niedoboru łatwo przemieszcza się z liści starszych do młodszych. Szczególnie zasobne w ten składnik są młode liście i wierzchołki pędów. W dojrzałych roślinach kumuluje się on głównie w organach wegetatywnych. Pierwiastek ten reguluje gospodarkę wodną roślin oraz bierze udział w przemianie asymilatów i ich transporcie w roślinie.

Reakcja rzepaku na poziom zasobności tych składników w glebie jest bardzo silna. Przy małej zasobności, roślina nie jest w stanie pobrać dostatecznej ilości fosforu i potasu nawet przy ich aplikacji w formie nawozów. Z kolei gleby zawierające duże ilości przyswajalnych form obu składników, są w stanie przez wiele lat zaspokajać potrzeby pokarmowe roślin przy niewielkiej ingerencji producenta. Wysokość dawek fosforu i potasu należy określać na podstawie potrzeb pokarmowych roślin dostosowanych do poziomu uzyskiwanych plonów i zasobności gleby.



NAWOŻENIE MINERALNE AZOTEM

1.10

Jesienne nawożenie azotem rzepaku ozimego należy rozpatrywać w kontekście jego wpływu na przed spoczynkowy pokrój rozet.

Zwiększone jesienne nawożenie azotem powoduje istotny przyrost plonu suchej masy rozet przed zimą, chociaż jej bezwzględna wartość może się nieznacznie zmniejszać, gdyż azot wpływa na większe uwodnienie tkanek oraz obniżenie zawartości cukrów, przez co może zakłócać proces hartowania roślin. Azot powoduje przyspieszenie elongacyjnego wydłużania liści i łodyg, co wpływa szczególnie niekorzystnie na umiej-

scowienie stożka wzrostu (wybujanie), czy wyraźnie pogarsza zimotrwałość. Z kolei, brak lub trudna dostępność azotu jesienią powodują, że rozety rzepaku ozimego nie osiągają pożądanego pokroju, co skutkuje słabym hartowaniem, dużą podatnością na przemarzanie, słabym wiotkowaniem wiosną, mniejszym wiązaniem tłuszczyn na roślinie i niższym plonowaniem. Podczas 70-80 dni wegetacji jesiennej rzepak pobiera, w zależności od stopnia wykształ-

cenia rozety liściowej oraz obsady, od 30 do nawet 110 kg N · ha⁻¹. Ilość ta zostaje pobrana z płytkiej warstwy gleby ok. 30 cm, w której to rozwija się system korzeniowy rzepaku ozimego. Główną funkcję plonotwórczą ma azot stosowany w okresie wiosennej wegetacji, gdyż dynamika przyrostu plonu suchej masy roślin wiosną jest ponad dziesięciokrotnie większa niż jesienią. Na wytworzenie 1 t plonu nasion łącznie z odpowiadającym plonem łodyg, liści i korzeni rzepak pobiera ok. 58 kg N. Wiosenne dawki azotu pod rzepak ozimy wynoszące 100-120 kg · ha⁻¹ winny być stosowane jednorazowo. Jest to sposób najtańszy i najmniej energochłonny, a jednocześnie tak samo plonotwórczy jak dawki dzielone. W latach suchych może dać nawet lepsze efekty, ze względu na lepsze wykorzystanie azotu zastosowanego w późniejszych fazach.

Bardzo dobre efekty przynosi metoda strip-till. Umożliwia ona wysiew nawozów z jednoczesnym siewem nasion. Nawozy można zaaplikować na wybranych głębokościach. Nawożenie zlokalizowane w tej techno-

logii jest szczególnie uzasadnione, ponieważ zastosowane rzutowo nawozy pozostają na powierzchni gleby, co prowadzi do strat składników odżywczych. W technologii strip-till można zaaplikować zdecydowanie większą dawkę nawozów tradycyjnych w związku głębszym ich umieszczeniem.

Rzepak ozimy powinien być również nawożony siarką, gdyż na wytworzenie 1 t biomasy pobiera ok. 15 kg siarki. Rola siarki wiąże się z jej obecnością w cząsteczce niektórych aminokwasów i glutationu, decydujących o utrzymaniu konformacji łańcuchowej białka. Dawka jesienna siarki powinna być tylko na poziomie wspomagającym prawidłowy rozwój rozet czyli ok 10-15 kg · ha⁻¹. Efektywność plonotwórcza wiosennej dawki siarki uzależniona jest od zasobności gleby. W warunkach wiosennych dawka siarki powinna oscylować w granicach 10-15 kg S na 1t prognozowanego plonu.



DOLISTNE DOKARMIANIE RZEPAKU MIKROSKŁADNIKAMI

Wysokie potrzeby pokarmowe rzepaku sprawiają, że strategia nawożenia tej rośliny nie powinna opierać się tylko na dogłębowym stosowaniu nawozów.

1.11

Równie ważne, jak nawożenie dogłębne, jest dokarmianie roślin przez liście, które poprawia stan ich odżywienia zarówno w sposób bezpośredni jak i pośredni. Stanowiska zajmowane przez rzepak najczęściej wymagają nawożenia borem. Rzepak odznacza się największym pobraniem boru spośród wszystkich roślin oleistych. Nawożenie borem może intensyfikować transport produktów fotosyntezy z owocni do nasion rzepaku,

korzystnie wpływając na dorodność nasion, plon oraz wartość użytkową plonu. Na stanowiskach o średniej zasobności w bor najlepiej zastosować go jesienią i wiosną w ilości po 400g · ha⁻¹. W przypadku nawożenia dolistnego, warto dodatkowo zaaplikować poza borem takie składniki jak: mangan, miedź, cynk, żelazo oraz molibden.



OCHRONA PRZED AGROFAGAMI

1.12

Znany jest negatywny wpływ zachwaszczenia, chorób i uszkodzeń przez szkodniki na rozwój roślin.

Ochrona rzepaku, a szczególnie ochrona w systemie regeneratywnym polega na równoczesnym wykorzystaniu wszystkich dostępnych i skutecznych metod zwalczania agrofagów, które w efekcie doprowadzą do ograniczenia ich liczebności, poniżej której nie czynią szkód. W pierwszej kolejności należy wybierać nieche-

miczne metody ochrony przed agrofagami, ochrona chemiczna powinna być używana z podkreśleniem ścisłej celowości zabiegu ochrony roślin oraz w minimalnej liczbie zabiegów. Mówią o tym także wyraźnie zalecenia i wymogi integrowanej ochrony, które są obowiązującymi na terenie UE od roku 2014.



OCHRONA PRZED ZACHWASZCZENIEM

1.13

Znany jest negatywny wpływ zachwaszczenia, chorób i uszkodzeń przez szkodniki na rozwój roślin.

Stopień zachwaszczenia łąn rzepaku ozimego zależy od przedplonu, poziomu kultury pola oraz sposobu uprawy roli. Poprawne następstwo roślin chroni łąn rzepaku ozimego przed nasilonym występowaniem chwastów ozimych i samosiewów zbóż oraz zwiększa konkurencyjność rośliny głównej poprzez korzystne oddziaływanie na jej wzrost i rozwój. Uprawa rzepaku po roślinach nie zbożowych sprzyja różnorodności gatunkowej chwastów. Z kolei w uprawie po zbożach zbiorowisko chwastów ubożeje gatunkowo, a przewagę ilościową zyskują pojedyncze gatunki, trudne do usunięcia (rumianowate, przytulia czepna, miotła zbożowa, mak polny i chaber bławatek), które w sprzyjających warunkach mogą ulegać silnej kompensacji. Najkorzystniejszym okresem na zwalczanie chwastów w łąnie rzepaku jest jesień. Wiosną, jeżeli to konieczne, zaleca

się wykonanie jedynie zabiegu korekcyjnego możliwie jak najszybciej po wznowieniu wegetacji. Wiosenne odchwaszczanie jest z reguły bardziej ryzykowne, często mniej skuteczne i zdecydowanie mniej plonochronne. Ograniczenie zachwaszczenia powinno być planowane w całym ogniwie zmianowania. Herbicydów sulfonilomocznikowych, głównie tych dłużej zalegających, powinno unikać się w zmianowaniach wysyconych rzepakiem, szczególnie na glebach cięższych i gliniastych. Planując technologię uprawy rzepaku ozimego, jeszcze przed siewem nasion, warto zastanowić się nad wyborem odpowiedniego terminu i sposobu aplikacji herbicydów, uwzględniając historię pola, termin siewu, sposób i technikę siewu, obsadę roślin. Herbicydy w uprawie rzepaku stosowane są najczęściej zaraz po siewie (działanie odglebowe), nalistnie lub też sekwencyjnie.

Odchwaszczanie rzepaku zabiegami sekwencyjnymi – herbicydami o działaniu odglebowym oraz nalistnym. Zabieg korygujący pozwala na precyzyjne dobranie pre-

paratu nakierowanego na zwalczanie chwastu lub grupy chwastów, które pozostały na polu po zabiegu podstawowym (przedwzschodowym).

Korzyści z odchwaszczania sekwencyjnego:

■ **aplikacja herbicydów w niższych od zalecanych dawkach (zwiększenie selektywności i ograniczenie efektu inhibicji wzrostu rośliny uprawnej),**

■ **możliwość połączenia preparatów odchwaszczających z innymi, na przykład redukującymi populację szkodników lub nasilenie występowania patogenów chorobotwórczych, bądź regulującymi pokrój rozet przed zimą.**

■ **możliwienie korekty technicznych problemów przedwzschodowej aplikacji,**



Poprawne następstwo roślin chroni łąn rzepaku ozimego przed nasilonym występowaniem chwastów ozimych i samosiewów zbóż.



OCHRONA PRZED CHOROBIAMI

1.14

Choroby rzepaku ozimego odgrywają dużą rolę.

Rośliny rzepaku już od kiełkowania narażone są na wiele chorób, np. zgorzel siewek i mączniak rzekomy. Później w okresie tworzenia się rozety duże zagrożenie stanowi sucha zgnilizna kapustnych i czerń krzyżowych.

Ponadto na rzepaku występują w mniejszym nasileniu cylindrosporioza, mączniak prawdziwy i wercyloza. Skutecznie można je zwalczać wieloma zalecanymi, skutecznymi fungicydami.

W niechemicznej metodzie ograniczenia występowania chorób grzybowych rzepaku ozimego wykorzystuje się:

METODY AGROTECHNICZNE:

- izolacja przestrzenna upraw,
- odpowiednie zmianowanie uwzględniające przerwę w uprawie roślin kapustowatych trwającą co najmniej 3-4 lata,
- właściwa uprawa gleby po przedplonie,
- zrównoważone i terminowe nawożenie mineralne,
- terminowy siew nasion zdrowych i kwalifikowanych, w odpowiedniej gęstości na jednostkę powierzchni.

METODY HODOWLANE:

- dobór odmian tolerancyjnych i odpornych na niektóre patogeny.

W ograniczeniu występowania chorób grzybowych ważna jest integracja metod ochrony roślin – agrotechnicznej, hodowlanej i chemicznej. Racjonalne zmianowanie oraz odpowiedni wybór stanowiska są podstawą nie chemicznego ograniczania występowania patogenów chorobotwórczych na plantacjach rzepaku. Kilkuletnia przerwa w uprawie rzepaku i innych gatunków z rodziny kapustowatych pozwala skutecznie ograniczyć nasilenie głównych patogenów chorobotwórczych roślin rzepaku. Gleby o uregulowanym odczynie

ograniczają występowanie kiły kapustnych. Z kolei gleby strukturalne i zasobne w składniki nawozowe sprzyjają szybkim równomiernym wschodom. Nierównomierne i wydłużające się wschody roślin mogą być przyczyną osłabionego rozwoju roślin i większej ich podatności na choroby. Decyzję o zabiegu chemicznym należy podjąć dopiero, gdy metoda agrotechniczna oraz hodowlana okażą się niewystarczające, a progi ekonomicznej szkodliwości zostały przekroczone.



OCHRONA PRZED SZKODNIKAMI

1.15

Skutki uszkodzeń i wrażliwość rzepaku na żer szkodników są różne w określonych fazach rozwoju.

Największe zagrożenie dla plantacji rzepaku ozimego stanowią: ślimaki ziemne, pchełki ziemne (*Phyllotreta* ssp.), pchełka rzepakowa (*Psylliodes chrysocephala* L.), chowacz galasówek (*Ceutorhynchus pleurostigma* Marsh.), gnatarz rzepakowiec (*Athalia rosae* L.), tantniś krzyżowiaczek (*Plutella xylostela* L.), śmietka kapuściana (*Delia brassicae* Hoff.), rolnice

(Noctuidae), mszyca kapuściana (*Brevicoryne brassicae* L.), chowacz brukwiaczek (*Ceutorhynchus napi* Gyll.), chowacz czterozębny (*Ceutorhynchus quadridens* Panz.), słodyszek rzepakowiec (*Meligethes aeneus* F.), chowacz podobnik (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) oraz przyszczarek kapustnik (*Dasyneura brassicae* Winn.).

Dużą rolę w ograniczaniu występowania wielu gatunków szkodników odgrywają metody niechemiczne, takie jak:

METODA AGROTECHNICZNA:

- izolacja przestrzenna od innych upraw roślin kapustowatych,
- stosowanie właściwej agrotechniki, w szczególności zabiegów uprawowych, które powinny być wykonywane starannie i terminowo.
- stosowanie optymalnego zmianowania,
- zrównoważone do aktualnych potrzeb nawożenie mineralne i dolistne.

METODA HODOWLANA:

- wybór odmian rzepaku późno wznawiających wegetację wiosenną dostosowany do regionów o dużym zagrożeniu przez chowacza brukwiaczka i chowacza czterozębnego. Natomiast dobór odmian wczesnych rzepaku (wegetacja i kwitnienie) odnosi się do słodyszka rzepakowego. Odmiany późno zakwitające rekomendowane są, jeśli w regionie uprawy rzepaku spodziewany jest masowy pojaw współwystępującego tandemu szkodników łuszczykowych - chowacza podobnika i przyszczarka kapustnika.

METODY BIOLOGICZNE:

- ochrona organizmów pożytecznych, w tym drapieżców i pasożytów szkodników rzepaku, odbywa się poprzez ochronę bioróżnorodności w krajobrazie rolniczym. Skuteczną rolę odgrywają małe śródpolne użytki ekologiczne, składające się głównie z roślin miododajnych, np. ogórecznika, łubinów, gryki, facelii i innych.

Szkodniki mogą powodować stratę w plonie nasion rzepaku ozimego (sięgające od 10 do 50%, a nawet 80%). Aby dobrze ochronić rośliny przed szkodnikami konieczny jest ciągły monitoring plantacji, szczególnie w okresie kiełkowania oraz rozwoju rozet, a także interwencyjne zabiegi insektycydowe. Podstawą przy podjęciu decyzji o konieczności wykonania zabiegu ochrony roślin przeciwko szkodnikom jest monitoring intensywności ich nalotu oraz przekroczenie progów ekonomicznej szkodliwości agrofagów. (tab. 1.).

Insektycydy należy bezwzględnie stosować w taki sposób, by zapewnić bezpieczeństwo owadom pożytecznym. Do dobrych praktyk zalicza się wykozystanie zabiegów brzegowych (tylko na obrzeżach pól), gdyż tam nalatują pierwsze osobniki, co pozwala na zmniejszenie ilości zużytych środków ochrony roślin. Opryskiwać należy jedynie wieczorem nawet w stadiach odległych od kwitnienia rzepaku, gdyż w jego łanie (na kwitnących chwastach) mogą znajdować się pszczołowe i inne pożyteczne gatunki.

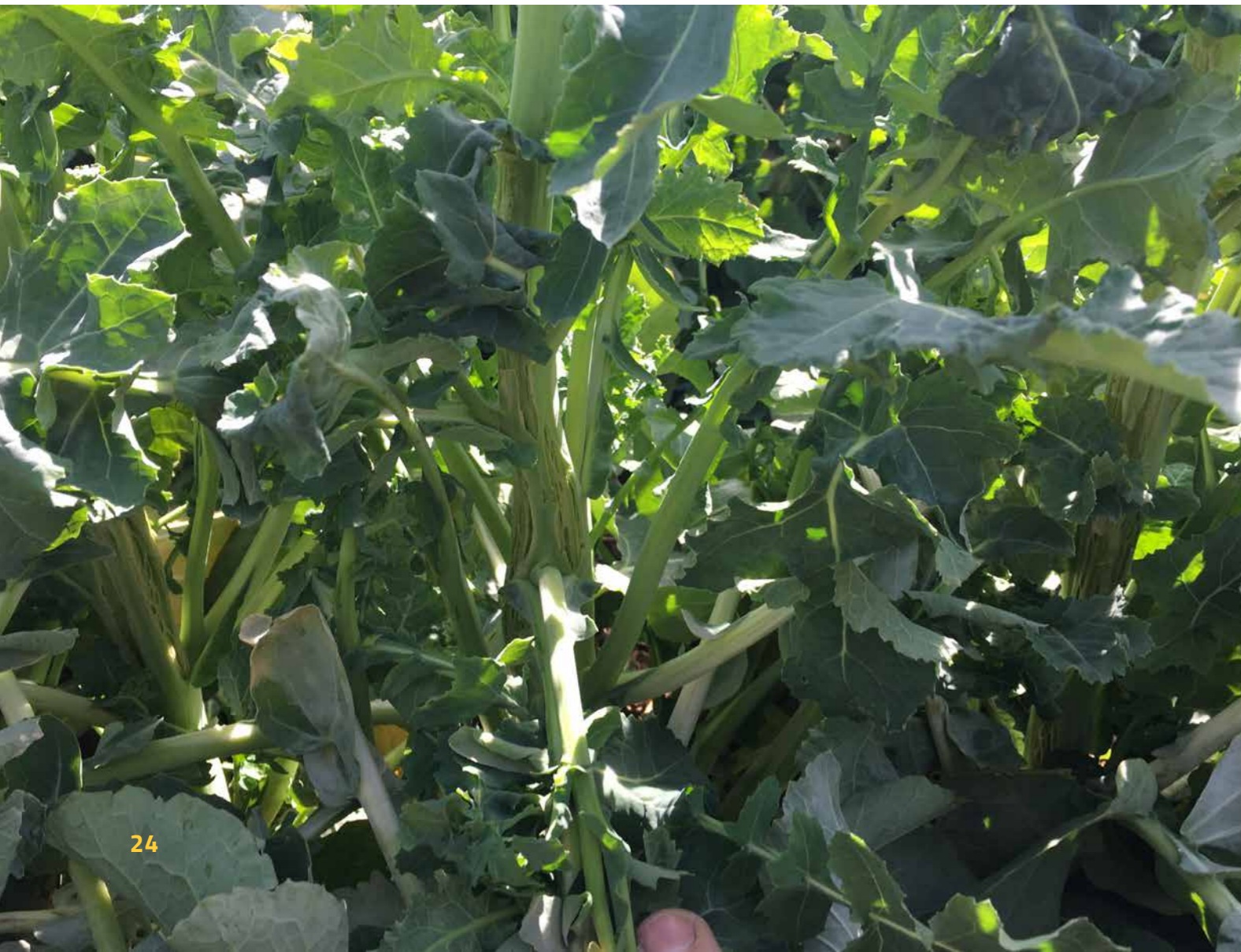


Tabela 1. Progi ekonomicznego zagrożenia przez szkodniki rzepaku ozimego

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg szkodliwości
Chowacz brukwiaczek	początek marca koniec marca (BBCH 20–29)	10 chrząszczy w żółtym naczyniu w ciągu kolejnych 3 dni lub 2–4 chrząszczy na 25 roślinach
Chowacz czterozębny	przełom marca i kwietnia (BBCH 25–39)	20 chrząszczy w żółtym naczyniu w ciągu 3 dni lub 6 chrząszczy na 25 roślinach
Chowacz galasówek	wrzesień – październik (BBCH 12–19)	2–3 chrząszcze w żółtym naczyniu w ciągu 3 dni
Chowacz podobnik	przełom kwietnia i maja (BBCH 60–69)	4 chrząszcze na 25 roślinach
Gnatarz rzepakowiec	rzepak jary: czerwiec, lipiec (BBCH 60–69), rzepak ozimy: wrzesień, październik (BBCH 11–19)	1 gąsienica na 1 roślinie
Mszyca kapuściana	od początku rozwoju łuszczyn (BBCH 71–79)	2 kolonie na 1m ² na brzegu pola
Pchełka rzepakowa	wrzesień, październik (BBCH 12–19)	3 chrząszcze na 1 mb rzędu
Pchełki ziemne	po wschodach (BBCH 10–15)	1 chrząszcz na 1 mb rzędu
Pryszczarek kapustnik	od początku opadania płatków kwiatowych (BBCH 65–69)	1 owad dorosły na 4 rośliny
Rolnice	wschody roślin (BBCH 9–16)	6–8 gąsienic na 1 m ²
Słodyszek rzepakowy	zwarty kwiatostan (BBCH 50–52)	1 chrząszcz na roślinie
	luźny kwiatostan (BBCH 53–59)	3–5 chrząszczy na roślinie
Ślimaki	bezpośrednio po siewie oraz w okresie wschodów (BBCH 8–11)	2–3 ślimaki średnio na pułapkę, zniszczenie 5% roślin
	w fazie 1–4 liści i w fazach późniejszych (BBCH 11–15)	4 lub więcej ślimaków średnio na pułapkę, zniszczenie 10% roślin w stopniu silnym lub bardzo silnym
Śmietka kapuściana	a wrzesień – listopad (BBCH 15–19)	1 śmietka w żółtym naczyniu w ciągu 3 dni
Tantniś krzyżowiaczek	wrzesień – październik (BBCH 12–19)	1 gąsienica na 1 roślinie

*Metodyki integrowanej produkcji rzepaku ozimego i jarego



ZBIÓR

1.16

Rzepak jest rośliną, która najdłużej pozostaje na polu. Aby zebrać nasiona bez strat trzeba również sprostać wielu wymaganiom podczas zbioru.

Zbiór nasion jest trudnym do wykonania zabiegiem plonochronnym w technologii produkcji. Wynika to z faktu dużej dynamiki zmian właściwości mechanicznych łuszczyzny w końcowym okresie dojrzewania roślin. Labilność tych cech jest efektem gwałtownego odwodnienia tkanek dojrzewających łuszczyzn. Gwałtowna dehydratacja zwiększa naturalną skłonność łuszczyzn do pęknięcia i osypywania nasion. Straty te mogą wynosić od kilkudziesięciu kilogramów nasion na 1 ha do 150-300 kg, a nawet 300-400 kg. Obecnie dominującym zbiorem rzepaku jest zbiór jednoetapowy, który należy rozpocząć po uzyskaniu przez rośliny dojrzałości pełnej (ok. 10-15 dni po dojrzałości technicznej). Optymalny okres zbioru metodą jednoetapową trwa zaledwie 4-5 dni. Koszenie łanu w terminie wcześniejszym powoduje większą ilość

niedomłotów, a tym samym wzrost strat nasion. Ponadto, nasiona uzyskane z niedojrzałych roślin są pośludem podatnym na samozgrzewanie i pleśnienie oraz cechują się niskimi walorami technologicznymi (Tys i in. 2003). Graniczna wilgotność nasion umożliwiająca przeprowadzenie zbioru jednoetapowego wynosi 17%. Wilgotność ta zapewnia niską zawartość chlorofilu, dobrą stabilność chemiczną tłuszczu oraz wysoką wytrzymałość mechaniczną okrywy nasiennej i ograniczoną podatność nasion do szybkiego samozagrzewania. Nasiona o wilgotności 17% mogą przez 1 dzień być bezpiecznie składowane na pryzmie w oczekiwaniu na dosuszenie do wilgotności technologicznej 7%, umożliwiającej długotrwałe przechowywanie nasion bez pogorszenia ich wartości użytkowej.



Obecnie dominującym zbiorem rzepaku jest zbiór jednoetapowy, który należy rozpocząć po uzyskaniu przez rośliny dojrzałości pełnej (ok. 10-15 dni po dojrzałości technicznej).



Autor:
mgr inż. Bartosz Grzempa

Recenzja:
dr inż. Aneta Perzanowska

02

PSZENICA OZIMA

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO



WPROWADZENIE DO UPRAWY REGENERATYWNEJ

Pszenica ozima (*Triticum aestivum*) jest ważnym gospodarczo gatunkiem zboża. Na świecie jest trzecim pod względem ilości zbieranych ton gatunkiem zbóż. Przed nią, pod względem globalnych zbiorów jest jedynie kukurydza i ryż. Z tych względów pszenicę uznać można za podstawowe źródło pożywienia dla całego społeczeństwa.

2.1

Uprawa pszenicy nie jest trudna, nie wymaga dużych nakładów w porównaniu do innych gatunków uprawianych na polach. Pszenica jako jeden z podstawowych gatunków zbóż rośnie na wielu tys. hektarów. W Polsce zajmuje największy obszar spośród wszystkich uprawianych gatunków. Z tego względu uprawa pszenicy jest również istotna w rolnictwie regeneratywnym. Rola pszenicy w płodozmianie jest bardzo ważna, gdyż z uwagi na duży areal uprawy, to ona najbardziej wpływa na właściwości glebowe pól w wielu gospodarstwach. W rolnictwie regeneratywnym należy uprawiać pszenicę w taki sposób, aby jak najbardziej korzystnie wpływać na właściwości biologiczne gleby. Musimy zdawać sobie jednocześnie sprawę, że pszenica jest pewnego rodzaju wypełniaczem płodozmianu. Wypełniaczem, który ma za zadanie przygotować odpowiednie warunki dla następnych uprawianych gatunków. Poza tą funkcją wypełniacza płodozmianu pszenica dostarcza ziarna, z którego później piecze się chleb oraz wytwarza się inne przetwory zbożowe jak mąka itp., które odgrywają istotną rolę w żywieniu społeczeństwa. Z uwagi na jej ogromne znaczenie w żywieniu człowieka, konieczna jest dbałość o to, by ziarno pszenicy było wysokiej jakości. Połączenie tych dwóch aspektów, tj. produkcja dobrej jakości ziarna oraz pozostawienie odpowiednio dobrego stanowiska realizuje się w podejściu regeneratywnym do jej uprawy.

W rolnictwie regeneratywnym zwraca się szczególną uwagę na właściwości glebowe – gleba bowiem jest podstawowym elementem, który wpływa na

to, jakiej wielkości i jakości pozyskujemy plon, nie tylko pszenicy.

W tym podejściu wyróżniamy pięć podstawowych punktów, które szczególnie wpływają na właściwości zarządzanej gleby. Nazwane zostały kodeksem 5C (od angielskich liter wyrazów opisujących czynniki wpływające na właściwości glebowe):

■ Wpływ wapnia (**Calcium**) – wapń ma szczególne znaczenie w uprawie regeneratywnej, wpływa istotnie na wartość pH, kształtuje odpowiednią strukturę gleby oraz jest składnikiem niezbędnym dla prawidłowego wzrostu roślin.

■ Materia organiczna w glebie (**Carbon**) – materia organiczna w glebie jest istotna, zwiększa żyzność gleby, poprawia retencje wody w glebie oraz jest pewnego rodzaju buforem. Niestety można wyróżnić gatunki, których uprawa powoduje zmniejszenie zasobów glebowej materii organicznej - np. ziemniak. Uprawa pszenicy ozimej z kolei może zwiększać jej zawartość. W podejściu regeneratywnym podejmuje się takie działania, które szczególnie mają wpływ na jej zwiększanie np. pozostawianie plonu ubocznego na polu (jak słoma zbożowa).

■ Uprawa poplonów (**Cover crop**) – w uprawie pszenicy ozimej raczej nie praktykuje się siewu poplonów, jedynie w wyjątkowych sytuacjach. Może się tak zdarzyć, że jesteśmy zmuszeni do wykonania późnego siewu pszenicy, np. wiemy, że nasiona przeznaczone na

te pole dojadą w późniejszym terminie i przez co musimy zdecydować się na późniejszy ich siew. Natomiast w przeważającej większości przypadków czas od zbioru przedplonu do siewu ozimej formy pszenicy jest krótki – jest to tak krótki czas, że nie opłaca się siał poplonów. Jedną z funkcji siewu poplonów jest między innymi to, że pozostawiają one żywe korzenie oraz odpowiednią ilość organicznej biomasy w glebie, a tym samym dają możliwość przeżycia organizmom żyjącym w glebie i poprawiają jakość gleb poprzez wpływ na zasoby materii organicznej. Zatem w przypadku, kiedy czas pomiędzy zbiorem przedplonu, a siewem kolejnej rośliny w plonie głównym jest relatywnie krótki, co ma miejsce w przypadku uprawy pszenicy ozimej, nie siejemy poplonów.

Uprawa gleby (**Cultivation**) – w podejściu regeneratywnym nie uprawiamy gleby zbyt intensywnie, sta-

ramy się ograniczać do minimum uprawę roli pod pszenicę. Takie podejście jest uzasadnione z wielu powodów, gdyż każda intensywna uprawa gleby – np. orka, wpływa niekorzystnie na równowagę biologiczną gleby, a na niej nam szczególnie zależy.

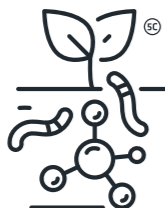
Wpływ działalności rolniczej na środowisko zewnętrzne (**Culture**) – w podejściu do środowiska zewnętrznego w uprawie pszenicy staramy się nie wpływać na nie niekorzystnie. To podejście możemy realizować poprzez ograniczenie stosowania środków ochrony roślin, czy też sadzenie nowych oraz dbanie o istniejące zadrzewienia śródpolne, które są naturalnym siedliskiem pożytecznych organizmów itp.

KODEKS 5C



WAPŃ

buduj strukturę



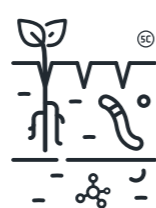
WĘGIEL

dostarczaj energię glebie



POPLONY

okrywaj glebę



UPRAWA

uprawiaj optymalnie



KULTURA

żyj w symbiozie z otoczeniem



WYMAGANIA POKARMOWE I GLEBOWE

Pszenica ozima ma największe wymagania glebowe ze wszystkich zbóż. Najlepsze do jej uprawy są gleby czarnoziemne, czarne ziemie, mady ciężkie i średnie, lessy itp.

2.2

Jednak przy odpowiedniej kulturze rolnej oraz odpowiednim prowadzeniu łanu, pszenica może być uprawiana z sukcesem również na słabszych stanowiskach. Należy się jednak liczyć wtedy z ryzykiem niestabilności jej plonowania między poszczególnymi latami. W gospodarstwach, gdzie podejmuje się działania regeneratywne, kategoria agronomiczna gleby może nie być aż tak istotna w uprawie pszenicy. W gospodarstwach takich uprawia się ją z sukcesem w poszczególnych latach nawet na słabszych fragmentach pola.

Jak wynika z tabeli 1 pszenica ozima na wytworzenie 1 tony ziarna zużyje 30 kg N·ha⁻¹, 11 kg P₂O₅·ha⁻¹, 18 kg K₂O·ha⁻¹, 5 kg CaO·ha⁻¹, 3 kg MgO·ha⁻¹ oraz 4,5 kg S·ha⁻¹. Wartości te są wartościami uśrednionymi dla pszenicy konsumpcyjnej. W uprawie pszenicy ciasteczkowej lub paszowej wymagania co do azotu są mniejsze. Odmiany takich pszenic zapotrzebowanie na azot mają mniejsze o nawet 8 kg N·ha⁻¹, czyli ok 22 kg N·ha⁻¹ na jedną tonę ziarna.

Tabela 1. Ilość poszczególnych makroelementów potrzebna do wytworzenia 1t ziarna (wraz z plonem ubocznym) · ha⁻¹ (Wartości uśrednione)

Azot (N)	Fosfor (P ₂ O ₅)	Potas (K ₂ O)	Wapń (CaO)	Magnez (MgO)	Siarka (S)
30 kg	11 kg	18 kg	5 kg	3 kg	4,5 kg

Źródło: Opracowanie własne

2.3

TECHNOLOGIA UPRAWY REGENERATYWNEJ



STANOWISKO I PRZEDPLON

2.3.1

W doborze stanowiska do uprawy pszenicy ozimej poza właściwościami biologicznymi powinno wziąć się również pod uwagę to, aby przed uprawą pola odpowiednio zmeliorować, udrożnić kanały melioracyjne itp.

Zapobiegnie to późniejszym zastoiskom wodnym, które wypływają niekorzystnie na rozwój pszenicy ozimej. W uprawie pszenicy nie jest aż tak istotne ukształtowanie terenu, gdyż pszenica nie jest tak bardzo wrażliwa na zastoiska mrozowe itp. W podejściu rege-

neratywnym należy zadbać jednak o to, aby dookoła pól znajdowały się zadrzewnia śródpolne, stawy i cieki wodne, które są naturalnym miejscem bytowania pożytecznych organizmów.



Nieprawidłowo wykonana melioracja oznacza zastoiska wodne, które wpływają niekorzystnie na kondycję rośliny uprawnej.

W uprawie regeneratywnej bardzo istotne jest ułożenie odpowiedniego płodozmianu. Pszenica ozima stanowi w nim pewnego rodzaju wypełnienie oraz jest rośliną korzystnie wpływającą na właściwości glebowe. Korzystnie wpływa na poprawę struktury gleby, gdyż odpowiednio zarządzana może zwiększać zapas materii organicznej w glebie. Z tego względu, po pszenicy ozimej uprawia się takie gatunki jak ziemniak, burak cukrowy, warzywa itp., których uprawa ma bardziej destrukcyjne działanie na środowisko glebowe. Najlepszymi przedplonami dla pszenicy ozimej są rośliny nie zbożowe, takie jak buraki cukrowe, ziemniaki, strączkowe, czy rzepak ozimy. W uprawie regeneratywnej nie uprawia się pszenicy po innych zbożach, wyjątkiem może być kukurydza. Takie podejście uwarunkowane jest tym, że uprawa pszenicy po sobie może być opłacalna, ale takie postępowanie wpływa niekorzystnie na właściwości biologiczne gleby. Poza tym stanowisko pszenicy po sobie niesie duże ryzyko większego wystąpienia chorób grzybowych. W podejściu regeneratywnym staramy się wykorzystać wszystkie możliwe sposoby na organicznie występowania patogenów.

W podejściu regeneratywnym do uprawy roślin, nie tylko pszenicy ozimej, istotne jest, aby w zmianowaniu pole znajdowało się jak najdłużej pod okrywą z żywych roślin. Chodzi o to, aby cały czas na polu znajdowały się żywe korzenie roślin, które mają za zadanie odżywianie mikroorganizmów glebowych, których obecność jest niezbędna do prawidłowego wzrostu roślin. W uprawach, gdzie okres od zejścia przedplonu do zasiewu kolejnej

rośliny zmianowania jest dość długi, np. w przypadku uprawy ziemniaka po zbożu, wysiewa się mieszankę roślin poplonowych. Natomiast pszenicę ozimą uprawia się po takich przedplonach, gdzie okres od zejścia przedplonu do siewu rośliny następczej jest relatywnie krótki, np. po burakach czy późnych ziemniakach siew pszenicy następuje praktycznie od razu po zbiorze przedplonu. Co natomiast robić w przypadku, kiedy pszenicę ozimą uprawiamy po wcześniej schodzącym przedplonie, takim jak np. rzepak czy groch? W takiej sytuacji przyspieszamy możliwie wysiew pszenicy, np. tydzień, po to, aby skrócić czas, w którym w glebie nie ma żywych korzeni. Innym aspektem jest to, że w uprawie regeneratywnej powinno wykonać się nawożenie organiczne zaraz po zejściu poplonu.



Ściernisko po uprawie pszenicy. Na zdjęciu widać małe otwory w glebie, które zrobiły dżdżownice.



DOBÓR ODMIAN

2.3.2

Odmiany pszenic różnią się wieloma cechami. Podstawowa różnica wiąże się z tym, do jakiej grupy jakościowej należy dana odmiana pszenic.

Wyróżniamy 4 grupy jakościowe: E, A - odmiany chlebowe, B - odmiana paszowa oraz C - odmiana ciasteczkowa. W doborze odmiany wybieramy taką, która spełnia nasze oczekiwania jakościowe.

Poza grupą jakościową ziarna, kolejną ważną cechą jest zimotrwałość roślin. Poszczególne odmiany pszenicy różnią się odpornością na przezimowanie. Przezimowanie jest podstawową cechą, którą bierzemy pod uwagę w wyborze odmiany. W uprawie regeneratywnej staramy się wybierać takie odmiany, które wykazują stosunkowo dużą zimotrwałość. Rośliny wykazujące lepszą zimotrwałość, poza tym, że raczej przezimują, to w porównaniu do odmian z gorszą zimotrwałością, wykazują lepszy wigor po zimie, zwłaszcza jeśli wystąpiły ujemne temperatury. W przypadku roślin, których wigor i kondycja wiosenna są słabe, zdarza się, że są częściej porażane przez patogeny.

Innymi cechami, które bierzemy pod uwagę w doborze odmian pszenicy jest odporność na choroby. Głównie zwracamy uwagę na odporność odmian na choroby liściowe takie, jak, septoria, rdza i mączniak. Staramy się wybierać takie odmiany, które wykazują większą odporność na te choroby – odpowiedni dobór odmiany jest jedyną z niechemicznych metod ochrony roślin.

Inne cechy odmian mogą być istotne podczas wyboru odmiany do uprawy, ale tylko w wyjątkowych sytuacjach. Na przykład to, czy odmiana jest oścista, może mieć znaczenie w sytuacjach uprawy pszenicy na polach zlokalizowanych blisko lasu, gdzie mogą żerować dzikie zwierzęta - okazuje się, że ościstych odmian pszenic dzikie zwierzęta nie preferują.



UPRAWA GLEBY

2.3.3

W podejściu regeneratywnym do uprawy gleby w pszenicy ozimej staramy się uprawiać glebę w myśl zasady: tak mało jak jest to możliwe, ale tak dużo, jak jest to konieczne.

Zdajemy sobie sprawę, że każda uprawa gleby wpływa dość intensywnie na warunki powietrzno-wodne w glebie. Warunki powietrzno-wodne mają istotny wpływ na równowagę biologiczną w glebie, napowietrzanie gleby powoduje mineralizację próchnicy. W podejściu regeneratywnym zależy nam, aby jak najmniej negatywnie wpływać na te parametry. Wykonując

uprawę pod pszenicę ozimą zdajemy sobie sprawę, że musimy doprowadzić glebę do jak najkorzystniejszych warunków wzrostu pszenicy, ale również mamy na uwadze to, że w glebie poza rośliną uprawną znajdują się korzystne makro i mikroorganizmy, na których również nam zależy.

Po zejściu przedplonu, takiego jak rzepak ozimy, ziemniak wczesny czy groch mamy czas około jednego miesiąca do siewu pszenicy ozimej. Po zbiorze przedplonu powinniśmy jak najszybciej glebę uprawiać płytko. Jeśli zamierzamy nawozić organicznie, to najpierw wykonujemy nawożenie, a następnie płytką uprawę. Płytką uprawa wykonana od razu po zbiorze przedplonu ma dwa zadania: po pierwsze zmniejsza parowanie wody z gleby, po drugie powoduje pobudzenie kiełkowania chwastów oraz przykrywa nawóz organiczny, jeśli został zastosowany. Po około dwóch tygodniach od wykonania zniszczenia mechanicznego chwastów należy lustrować pole i jeśli jest bardzo dużo chwastów, powinniśmy wykonać ponowny zabieg uprawy płytkiej. Ma to na celu ograniczenie zachwaszczenia gleby metodami niechemicznymi. Następnie powinniśmy wykonać uprawę przedsewną. Tę uprawę staramy się wykonać bezorkowo. Uprawa orkowa natomiast wchodzi w grę, ze względów fitosanitarnych tylko tam, gdzie musimy z jakiś powodów uprawiać pszenicę po pszenicy lub kukurydzy. Zwykle powinniśmy raczej układać tak zmianowanie, aby uniknąć takiej sytuacji. Jednak w gospodarstwach, gdzie prowadzi się chów zwierząt, zwłaszcza bydła, ciężko dobrać tak zmianowanie, aby uniknąć uprawy pszenicy po kukurydzy. W takim wypadku wykonujemy

orkę, jest to konieczne. W innych przypadkach po innych przedplonach robimy uprawę głęboką bezpłużną na ok. 20-30 cm i w tak uprawioną glebę siejemy pszenicę. Korzystnie jest do zabiegu uprawy głębokiej użyć agregatu, który w jednym przejeździe uprawi glebę na określonej głębokości oraz zasieje pszenicę. W przypadku, gdy uprawiamy pszenicę po późno schodzącym przedplonie, np. buraku cukrowym czy ziemniakach przechowalniczych, możemy po nawożeniu organicznym, jeśli jest takowe przewidziane, uprawić glebę głęboko i siać. Z przyczyn oczywistych pomijamy wtedy uprawę płytką ścierniska.

Zamiast uprawy głębokiej na całej powierzchni pola, można uprawiać tylko pasy, w których siejemy pszenicę. Metoda ta nazywa się uprawa pasową (ang. strip-till) i jako sposób uprawy w zbożach zaczyna odgrywać coraz większe znaczenie. Niewątpliwie uprawę pasową cechuje mniejsza intensywność uprawy roli w porównaniu do uprawy głębokiej agregatem uprawowym. W przypadku uprawy pasowej uprawiamy tylko pas pola, w którym wysiewamy nasiona. Metoda ta jednak wymaga jeszcze pewnych opracowań agrotechnicznych, natomiast w przyszłości będzie miała zapewne duże zastosowanie w uprawie regeneratywnej pszenicy ozimej.

Agregat do uprawy strip-till.





2.3.4

W uprawie regeneratywnej pszenicy ozimej siew jest jednym z kluczowych etapów uprawy. Po odpowiednim przygotowaniu pola przystępujemy do siewu nasion.

Przed siewem ustalamy normę wysiewu – w podejściu regeneratywnym zawsze obliczamy normę wysiewu w oparciu o MTZ (masę tysiąca ziaren) i zamierzoną obsadę roślin. Przed siewem kalkulujemy określoną liczbę nasion na metrze kwadratowym i następnie przeliczamy, ile to jest w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i później wykręcamy

siewnik. Gęstość łanu jest bardzo ważna w późniejszym prowadzeniu plantacji. Zależy nam na jak najmniej gęstym łanie, ale na tyle gęstym, żeby gwarantował nam odpowiedni plon. W tabeli 2 przedstawiono teoretyczny potencjał plonowania określonych łanów.

Tabela 2. Teoretyczny poziom plonowania z uwzględnieniem struktury plonu przy tym samym poziomie rozkrzewienia (w obliczeniach przyjęto MTZ 45 g)

Norma wysiewu [liczba nasion $\cdot \text{m}^{-2}$]	liczba rozkrzewień [liczba źdźbeł $\cdot \text{nasiono}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]	liczba kłosów [liczba kłosów $\cdot \text{m}^{-2}$]	liczba pięterek w kłosie [liczba]
200	5	1000	8
250	5	1250	8
300	5	1500	8
liczba ziarniaków na każdym pięterku [liczba]	liczba ziarniaków [liczba ziarniaków $\cdot \text{m}^{-2}$]	Plon z ziarna* [kg $\cdot \text{m}^{-2}$]	Plon [t $\cdot \text{ha}^{-1}$]
4	32000	1,44	14,4
4	40000	1,8	18
4	48000	2,16	21,6

*Założono MTZ 45 g
Źródło: Opracowanie własne

Z tabeli 2. Wynika, że przy siewie 200 nasion $\cdot \text{m}^{-2}$ i przy stopniu rozkrzewienia równym 5, możemy uzyskać plon 14,4 t $\cdot \text{ha}^{-1}$. Oczywiście jest to tylko teoretyczny plon, praktycznie nigdy go nie uzyskamy. Tabela ta ma tylko uświadomić, jak ważne jest, aby nie siać nasion zbyt gęsto. Przy wysiewie 200 nasion $\cdot \text{m}^{-2}$ i założeniu, że wysiewana pszenica ma MTZ równy 45 g, norma wysiewu będzie równa 90 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zbyt gęste łany oznaczają problemy w późniejszym prowadzeniu plantacji. Po pierwsze, im większa obsada roślin, tym większa gęstość łanu i większa wilgotność w łanie, a tym większe

prawdopodobieństwo wystąpienia chorób grzybowych. Ponadto w zbyt gęstym łanie poszczególne rośliny pszenicy konkurują ze sobą o światło, wodę oraz substancję odżywcze, ponadto im gęstszy łan, tym większa tendencja do jego wylegania.

Ustalając normę wysiewu należy oczywiście uwzględnić równolegle termin siewu. Im będzie on późniejszy, tym wyższa powinna być norma wysiewu. W tabeli 3 podano teoretyczne normy wysiewu w określonych terminach siewu pszenicy.

Tabela 3. Przykładowe normy wysiewu uwzględniające termin siewu pszenicy ozimej oraz potencjalny stopień rozkrzewienia.

Termin siewu	Norma wysiewu [liczba nasion $\cdot \text{m}^{-2}$]	Norma wysiewu [kg $\cdot \text{ha}^{-2}$]*
Wczesny	160 - 180	72 - 81
Średni	190 - 220	85 - 99
Późny	230 - 260	103 - 117

*Do kalkulacji przyjęto MTZ 45 g
Źródło: Opracowanie własne



Pszenica ozima wysiana pod koniec września. W ilości 180 nasion $\cdot \text{m}^{-2}$ (ok 90 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zdjęcie wykonane na wiosnę – łan pszenicy optymalnie rozkrzewiony.

Jak widać powyżej norma wysiewu w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ mieści się w widełkach od 72 do 117 kg taka wartość jest zgodna z wartościami uzyskiwanymi w praktyce.

Warto nadmienić, że coraz częściej w nowoczesnych gospodarstwach można spotkać siewniki zdolne do precyzyjnego wysiewu nasion. Jeśli istnieje możliwość precyzyjnego wysiewu w podejściu regeneratywnym należy z niego korzystać. Zmienny wysiew opiera się o zmienność glebową, w najlepszej części gleby stosuje się najwyższą wartość wysiewu nasion, z kolei im gleba jest gorsza tym mniej się wysiewa nasion. Takie postępowanie jest korzystne, gdyż na słabszym kawał-

ku jest mniejszy potencjał plonowania niż na tych lepszych, stąd można zastosować mniejszą obsadę dostosowaną do potencjału glebowego. W miejscach, gdzie zastosowano obniżony wysiew nasion stosuje się również mniejsze nawożenie mineralne.

Poza normą wysiewu istotnym parametrem jest głębokość siewu. Pszenica powinna być wysiana w granicach od 2-4 cm. Głębsze siewy oznaczają dłuższe wschody i mniejszy wigor początkowy roślin. Z kolei płytki siew naraża nasze rośliny na intensywniejsze działanie niskich temperatur oraz naraża na większą fitotoksyczność herbicydów.



NAWADNIANIE

2.3.5

W uprawie regeneratywnej pszenicy ozimej klasyczne nawadnianie nie ma większego znaczenia.

Spowodowane jest to tym, że efektywność nawadniania w pszenicy ozimej nie jest zbyt duża, a koszty związane z nim przewyższają zwykłą plon. Poza tym, nawadnianie wpływa istotnie na wilgotność łanu, a tym samym potencjalnie na większe nasilenie chorób grzybowych. Co prawda z jednej strony odpowiednie nawodnienie roślin poprawia ich kondycję, z drugiej strony jednak może powodować nadmierne uwilgotnienie łanu, a tym samym zwiększenie presji chorób. W praktyce nawadnianie w uprawie pszenicy ozimej może być uzasadnione tylko w wyjątkowych przypadkach np. jeśli mamy do czynienia z rozmnożeniem jakiejś bardzo wartościowej odmiany, a jest to tylko jedna plantacja nasienna. W takim wypadku można rozważyć nawadnianie. Powinno wykonać się je w fazie kwitnienia pszenicy. W praktyce powinno zacząć się wykonywać nawadnianie po ukazaniu się kłosa tuż przed kwitnieniem i następnie powtórzyć je w trakcie zawiązywania ziarniaków. W obydwu zabiegach nawadniających powinno zastosować się dawkę w ilości 40 mm, czyli w sumie 80 mm. Jednak po wykonaniu nawadniania należy pamiętać również o tym, że może być konieczny dodatkowy zabieg ochrony łanu związany z dodatkowym zabiegiem skracającym oraz grzybobójczym.

W podejściu regeneratywnym w kontekście szerokokorozumianej gospodarki wodnej w uprawie psze-

nicy istotniejsze jest postępowanie w takim kierunku, aby jak najmniej tracić wody z gleby. Przede wszystkim należy zrezygnować z uprawy płużnej. Orka znacznie zwiększa powierzchnię parowania wody z gleby, a tym samym straty wodny są większe z pól, na których została zastosowana.

Istotne również są zabiegi wykonane po zbiorze przedplonu, np. rzepaku. Nie należy dopuścić, aby samosiewy rzepaku rosnące na polu, na którym będziemy uprawiać za chwilę pszenicę, osiągnęły fazę 3 liści właściwych. Samosiewy niszczymy zabiegiem mechanicznym płytka działającym np. przy użyciu talerzówki.

Istotne w gospodarce wodnej w uprawie regeneratywnej pszenicy jest również dbanie o materię organiczną gleby. Materia organiczna zwiększa potencjał zatrzymywania wody w glebie. Na korzystny mikroklimat wpływają również zbiorniki retencyjne, które należy tworzyć w podejściu regeneratywnym. Zbiorniki te poza rezerwuarem wodnym, mogącym posłużyć do nawodnienia innych roślin, np. ziemniaków, zwiększają podsiąkanie wód gruntowych ku powierzchni gleby, co obserwuje się na polach przylegających do nich. Lepszy dostęp korzeni roślin do podsiąkającej wody korzystnie wpływa na wzrost roślin rosnących przy nich – na przykład pszenicy ozimej.



ZMIENNE NAWOŻENIE ROŚLIN I GLEBY

W podejściu regeneratywnym do uprawy pszenicy ozimej nawożenie gleby i roślin jest również nieco odmienne niż w uprawie konwencjonalnej.

2.3.6

Podstawową różnicą w podejściu regeneratywnym do nawożenia jest uwidocznienie świadomości tego, że pszenica ozima jest jednym z elementów płodozmianu. Pełni rolę pewnego rodzaju jego wypełnienia, jak już to wspomniano w rozdziale o stanowisku i przedplonie.

W podejściu do nawożenia pszenica jest tym gatunkiem w płodozmianie, który konsumuje resztki po innych gatunkach wchodzących w płodozmian, co będzie opisane w dalszej części opracowania.

W uprawie pszenicy bardzo istotne jest także nawożenie naturalne, w tym celu można użyć takie nawozy jak:

pomiot kurzy

obornik

gnojowica bydlęca

i inne pochodzenia zwierzęcego

W uprawie regeneratywnej zastosowanie pomiotu kurzego jest bardzo korzystne. Pomiot taki oczywiście powinien być przebadany pod względem zawartości poszczególnych składników pokarmowych, aby wiedzieć, jakie ich ilości wprowadza z tym nawożeniem. Można przyjąć, że w jednej tonie pomiotu jest ok 14 kg N, 11 kg P₂O₅, 8 kg K₂O, 24 kg CaO oraz 7 kg MgO. W uprawie pszenicy stosuje się go w ilości 5 t·ha⁻¹. Pomiot poza wprowadzeniem składników odżywczych do gleby wprowadza również materię organiczną, którą żywią się mikroorganizmy, poza tym zawiera również mikroelementy.

Innym przydatnym nawozem naturalnym jest gnojowica bydlęca (lub inna jaka jest dostępna). Można przyjąć, że w uprawie regeneratywnej należy ją stosować w ilości ok 20 m³·ha⁻¹. W 1 m³ gnojowicy znajduje się ok. 3,4 kg N, 2 kg P₂O₅, 3,7 kg K₂O, 2,1 kg CaO oraz 0,8 kg MgO.

Obornik bydlęcy, pochodzący z chowu bydła to bardzo dobry nawóz naturalny, który wprowadza dużą ilość materii organicznej do gleb. Jednak należy sobie zdawać sprawę z tego, że jest to nawóz, który w uprawie regeneratywnej powinien zostać wykorzystany do uprawy gatunków bardziej wymagających niż pszenica, takich jak ziemniak, burak czy warzywa. Stąd raczej nie stosuje się obornika pod uprawę pszenicy. Jednakże, jeśli z jakichś powodów zdecydujemy się na zastosowanie obornika w uprawie pszenicy, to należy stosować go w ilości około 25 ton świeżej masy na hektar.

W podejściu regeneratywnym do uprawy pszenicy nawożenie z wykorzystaniem nawozów naturalnych jest przydatne, jednakże nie wszystkie gospodarstwa mają do niego dostęp, więc nie jest wymogiem koniecznym. Należy nadmienić, że coraz częściej można kupić jakiś rodzaj nawozu organicznego czy naturalnego – warto korzystać z takiej możliwości, gdyż w uprawie

regeneratywnej bardzo ważną jest materia organiczna. Jednym z ciekawszych rodzajów takiego nawozu są odchody owadów hodowanych na paszę dla zwierząt. Poza materia organiczną z jedną toną takiego nawozu wprowadza się również składniki pokarmowe w następującej ilości: 42 kg N, 19 kg P₂O₅, 26 kg K₂O, 7 kg CaO oraz 8 kg MgO. Jak widać są to dość duże wartości w porównaniu z pomiotem. Dodatkowym atutem tego nawozu jest to, że jest on w granulacie, zatem można go stosować jak nawóz mineralny, tj. przy użyciu stosownego rozsiewacza.

Do specyficznego nawozu organicznego należy również melasa - w podejściu regeneratywnym do uprawy pszenicy stosuje się melasę w ilości 15-20 t·ha⁻¹ wraz z nawozem płynnym RSM lub RSMS.

W uprawie regeneratywnej po zastosowaniu nawożenia naturalnego należy uwzględnić składniki wprowadzone w bilansie nawozowym. Z jedną uwagą dla azotu - w określonym nawozie uwzględnia się azot działający, czyli ten, który przyjmujemy do bilansu. Współczynniki wykorzystania azotu dla określonych grup nawozów organicznych podano w tabeli poniżej (tabela 4).

Tabela 4. Określone współczynniki wykorzystania azotu z określonych grup nawozów organicznych wraz z przykładowym obliczeniem.

Rodzaj nawozu	Współczynnik wykorzystania azotu [A]	Dawka nawozu [t·ha ⁻¹ , m ³ ·ha ⁻¹] [B]	Całkowita zawartość azotu [kg N·t naw.org. ⁻¹] [C]	Ilość azotu działającego uwzględniającego współczynnik wykorzystania [kg N·ha ⁻¹] [A·B·C]
Pomiot kurzy	0,40	5	14	28
Gnojowica bydlęca	0,50	20	3,4	34
Obornik bydlęcy	0,35	25	4,7	41

Źródło: Opracowanie własne

Nawożenie mineralne

W podejściu regeneratywnym do nawożenia mineralnego stosuje się precyzyjne jego dawkowanie. Ale zanim rozpocznie się nawożenie, należy określić zawartość poszczególnych składników mineralnych w glebie. W tym celu należy wykonać analizę chemiczną w oparciu o metodę Melicha.

Wyniki zawartości składników mineralnych są dostępne w formie mapy zasobności ze zróżnicowaną ilością poszczególnych składników w określonym miejscu pola. Taka specyficzna mapa zasobności służy do opracowania nawożenia precyzyjnego. Poza tym do opracowania ilości nawożenia wykorzystuje się inne narzędzia

określające zmienność polową, np. zdjęcia satelitarne oparte o zieloność łąnu wykorzystywane do określenia dawki N, przydatna może być również mapa plonowania gatunku poprzedzającego uprawę pszenicy ozimej. Może ona posłużyć do korekty nawożenia.

W uprawie regeneratywnej pszenicy nawożenie praktycznie ogranicza się do nawożenia azotowego, a inne nawożenie jest wprowadzane w uprawie poprzedzającej uprawę pszenicy. Na przykład rzepak może zostawić w resztkach poźniowych na tyle dużo składników pokarmowych, że to wystarcza pszenicy, zwłaszcza w aspekcie nawożenia potasowego.

Nawożenie pszenicy azotem

Jak wynika z tabeli 5 pszenica do wytworzenia 7 ton ziarna potrzebuje ok. 210 kg N·ha⁻¹. W podejściu regeneratywnym do nawożenia azotem dawkę azotu uwzględnia się w oparciu o oczekiwany plon oraz odejmuje się azot wprowadzony z nawożeniem naturalnym.

Poniżej w tabeli 5 przedstawiono strategię nawożenia dla dwóch rodzajów pszenic sianych późno oraz wcześnie na jesień.

Tabela 5. Dawka azotu dla pszenicy ozimej uwzględniająca jej oczekiwany plon w zależności od terminu siewu.

Termin siewu pszenicy ozimej	Oczekiwany plon ziarna [t·ha ⁻¹]	Zapotrzebowanie pszenicy na azot [kg·ha ⁻¹][A]	Azot wprowadzony z pomiotem [kg N·ha ⁻¹]*[B]	Zawartość azotu mineralnego w glebie [kg N·ha ⁻¹] [C]	Zapotrzebowanie nawozowe pszenicy w azot [kg·ha ⁻¹] [A-B-C]
Wczesny	7	210	28	60	122
Późny	5	150	28	60	62

*Dane uwzględniają azot działający przy nawożeniu pomiotem w ilości 5 t·ha⁻¹
Źródło: W. Szempiński i inni, 2020

Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 5 można stwierdzić, że potencjał plonowania poszczególnych pszenic się różni. Dawki nawożenia azotu wahają się od 122 do 62 kg N·ha⁻¹. Jeśli mamy wyliczone zapotrzebowanie pszenicy na azot, przystępujemy do planu nawożenia. W tych dwóch przykładowych pszenicach różnica w strategii nawozowej będzie różna. W pierwszym przypadku (pszenica wcześnie siana) dawkę 122 kg N podzielimy na 3 części, tj. I 40 kg N, II 60 kg N i III 22 kg N. Pierwsza dawka powinna być zastosowana na ruszenie wegetacji na wiosnę jak tylko prawo na to zezwoli, czyli często jest to faza BBCH 26-29. Ktoś może zapytać, dlaczego jest taka niska? W podejściu regeneratywnym dbamy o to, aby pszenica się zbyt nie rozkrzewiła, bo gdy mamy zbyt gęsty łąn będziemy mieć duże problemy z utrzymaniem go, tj. ze skracaniem oraz prawidłową ochroną. A pszenica wcześnie siana często jest wiosną bardzo dobrze rozkrzewiona, czasami nawet za mocno. Nawożenie w ilości 40 kg N ma nie pobudzać do niepotrzebnego już dokrzewienia. Druga dawka w ilości 60 kg N podana jest w fazie BBCH 31 lub wyższej,

ale nie później niż BBCH 33. Nie później dlatego, że późniejsze zastosowanie azotu może spowodować redukcję ziarniaków w kłosie. Tu jedna uwaga - dawka 60 kg N jest dawką maksymalną. W podejściu regeneratywnym możemy korygować tę dawkę, jeśli wymaga tego stanowisko. Na przykład na zdjęciu satelitarnym opartym o NDVI widzimy, że jakaś część łąnu charakteryzuje się słabszą kondycją i jednocześnie z innych źródeł wiemy że, na tym obszarze jest słaba gleba - wtedy korygujemy dawkę w dół lub całkowicie omijamy to miejsce podczas nawożenia. III dawka stosowana jest „na kłos”, czyli w momencie kłoszenia się pszenicy. Tę dawkę stosujemy tylko w sytuacji korzystnych warunków wilgotnościowych.

W przypadku nawożenia pszenicy ozimej późno sianej mamy sytuację prostszą. Z bilansu wynika, że powinniśmy zastosować ok. 60 kg N·ha⁻¹. Pszenica późno siana najczęściej jest po zimie słabo rozkrzewiona, więc zależy nam, aby ją pobudzać do krzewienia, więc całą dawkę azotu stosujemy na raz wczesną wiosną. Można



Początek kłoszenia. Pszenica tuż po III dawce nawożenia azotowego.

również podzielić tę dawkę, tj. $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ zastosować z zabiegiem herbicydowym na jesień, a resztę, czyli $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ zastosować na wiosnę. W tym przypadku kończymy nawożenie pszenicy.

W pszenicy ozimej najczęściej w pierwszych dwóch dawkach stosujemy roztwór saletrzano-mocznikowy z dodatkiem siarki lub bez. W III dawce stosujemy nawóz sypki – saletrę amonową lub siarczan amonu.

Nawożenie potasowe

W podejściu regeneratywnym w nawożeniu potasem, jak już wspomniano wcześniej, stosowany jest tak zwany splaicing. Polega on na tym, że nawożenie potasowe stosuje się w większej nieco ilości pod roślinę poprzedzającą uprawę pszenicy. W takim przypadku plon uboczny rośliny poprzedzającej bezwzględnie pozostawia się na polu. Nawożenie tą metodą w uprawie pszenicy ozimej stosuje się wtedy, kiedy uprawia się ją po burakach cukrowych, ziemniaku lub rzepaku ozimym. W przypadku, kiedy pszenicę uprawia się po gorszych przedplonach, np. kukurydzy (zwłaszcza kiedy była uprawiana na kiszonce), nawożenie potasowe należy wyko-

nać. Jeśli wykonujemy nawożenie potasowe, wysiewamy je precyzyjnie, uwzględniając przewidywany plon oraz zasobność gleb w potas. W tabeli 6 przedstawiono dawki K_2O w zależności od zasobności gleby w ten składnik.

W uprawie regeneratywnej staramy się nie używać soli potasowej, a preferowany nawóz to siarczan potasu. Jeśli już zdecydujemy się na sól, to poza chlorkiem potasu powinna zawierać również inne związki. Takie podejście podsygnalizowane jest tym, że chlorki tworzą w glebie rozpuszczalne formy z wapniem i przez to możemy tracić wapń przez wymywanie go z gleby.

Tabela 6. Wartości nawozowe K_2O w uprawie pszenicy ozimej w zależności od zawartości tego składnika w glebie.

Zakładany plon ziarna pszenicy ozimej [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$]	Zawartość K_2O w glebie				
	Bardzo niska	Niska	Średnia	Wysoka	Bardzo wysoka
5	100	80	60	40	20
6	120	100	80	60	40
7	140	120	100	80	60

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o W. Szempiński i inni, 2020

Nawożenie fosforowe

W przypadku nawożenia fosforowego w gospodarstwach, gdzie stosuje się nawożenie naturalne pod pszenicę, można zrezygnować z jego stosowania. Fosfor to składnik, który może występować w glebie nawet w dużych ilościach, ale niestety nie jest dostępny dla roślin. W uprawie regeneratywnej mamy jednak do czynienia z dużą aktywnością biologiczną gleby, co może powodować uaktywnienia fosforu, tj. przejście fosforu w formę dostępną dla roślin. Tak też się dzieje w gospo-

darstwach, w których stosuje się nawozy naturalne oraz metody rolnictwa regeneratywnego.

W wyjątkowych przypadkach można zastosować nawożenie mineralne fosforem. Wtedy również stosujemy nawożenie precyzyjne, uwzględniając zasobność gleby w ten składnik oraz oczekiwany plon (tabela 7).

Tabela 7. Dawki P_2O_5 w uprawie pszenicy ozimej w zależności od zawartości tego składnika w glebie

Zakładany plon ziarna pszenicy ozimej [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$]	Zawartość P_2O_5 w glebie				
	Bardzo niska	Niska	Średnia	Wysoka	Bardzo wysoka
5	70	60	50	40	30
6	80	70	60	50	40
7	90	80	70	60	50

Nawożenie siarką oraz magnezem

W rolnictwie regeneratywnym w pszenicy ozimej nawożenie siarką powinno zakładać, że na każdy kg N przypada 0,25 kg S. W przypadku stosowania nawożenia naturalnego, często zapotrzebowanie to jest wnoszone razem z nim. W innych przypadkach należy uwzględnić nawożenie siarką w oparciu o zastosowaną ilość azotu. Siarkę można stosować w siarczanie potasu, siarczanie amonu, kizerycie, siarczanie wapnia lub siarce elementarnej.

Nawożenie magnezem stosujemy w oparciu o analizę chemiczną gleby. Jeśli wyniki wskazują na niedobory tego składnika w glebie, wtedy stosujemy nawożenie przy użyciu kizerytu. Oczywiście tak jak w przypadku innych składników, nawożenie magnezem musi uwzględniać oczekiwany plon oraz zasobność gleb w ten składnik.

Nawożenie mikroelementami

Pszenica ozima wymaga nawożenia mikroelementami takimi jak: Mn w ilości ok. 70 g·ha⁻¹, Zn w ilo-

ści 60 g·ha⁻¹, Cu 9 g·ha⁻¹. Nawożenie mikroelementami przeprowadzamy z zabiegami ochrony roślin.



OCHRONA PRZED SZKODNIKAMI I CHOROBYMI

2.3.7

W uprawie regeneratywnej pszenicy ozimej w aspekcie ochrony roślin bardzo istotna jest prewencja.

Pierwszą podstawową zasadą jest sprawienie, aby pszenica miała najkorzystniejsze warunki do wzro-

stu. Pszenica ozima w dobrej kondycji ma dużo większą odporność na porażenie przez choroby czy szkodniki.

W uprawie pszenicy ozimej zabiegi ochronne roślin można rozpatrywać w czterech aspektach:

chwastów

chorób

szkodników

wylegania

Kontrola zachwaszczenia

W ochronie przeciw chwastom w podejściu regeneratywnym istotna jest prewencja. Po zejściu z pola wcześniej schodzącego przedplonu, należy wykonać co najmniej dwa zabiegi płytkiej uprawy gleby, np. z użyciem brony talerzowej. Podejście takie znacznie ogranicza zachwaszczenie w pszenicy ozimej. Należy nadmienić, że, chwasty świeżo skiełkowane są dużo efektywniej zwalczane po siewie pszenicy przy użyciu środków chwastobójczych niż te, które wyrosły zaraz po żniwach i znajdują się w bardziej zaawansowanej fazie rozwojowej. W podejściu regeneratywnym do uprawy pszenicy staramy się nie używać środków ochrony roślin opartych na glifosacie. Glifosat, poza tym że jest herbicydem totalnym, zwalczającym wszystkie rośliny na polu, to również po dostaniu się do gleby wpływa niekorzystnie na rozwój mikroorganizmów tam żyjących i tym samym zaburza równowagę biologiczną, która się tam wytworzyła. Zachowanie równowagi biologicznej w glebie jest priorytetem w uprawie regeneratywnej. Dlatego po zejściu przedplonu, w miarę możliwości prowadzimy mechaniczne zwalczanie chwastów. Jedynym uzasadnionym powodem użycia glifosatu jest występowanie perzu. Perz najczęściej występuje placowo – tj. nie ma go na całym polu. Zatem jeśli musimy go zwalczyć chemicznie, to robimy to placowo, w miejscu jego kompensacji. Place z perzem wyznaczamy z użyciem mapy zieloności pola (NDVI) i zabieg wykonujemy tylko tam, gdzie jest to konieczne. Do mieszanki glifosatu wlewamy ok 10 l·ha⁻¹ melasy, która ma za zadanie odżywić mikroorganizmy glebowe, a tym samym złagodzić niekorzystne skutki działania glifosatu.

Po zasiewie pszenicy ozimej naszym celem bezwzględny staje się zwalczanie chwastów jednoliściennych, takich jak miotła zbożowa, stokłosa, wyczyniec i inne. W praktyce rolniczej generalnie mamy dwa rodzaje zasiewów pszenic ozimych – te wcześniej posiane po przedplonach szybko schodzących z pola, takich jak rzepak ozimy, groch, ziemniaki wczesne oraz zasiewy, które zostały zasiane po później schodzących przedplonach, takich jak np. kukurydza, późne ziemniaki czy burak cukrowy. W zwalczaniu chwastów podejście do tych dwóch

rodzajów upraw jest różne. W pszenicach wcześniej wysianych wykonujemy zabieg herbicydowy na trzeci liść (BBCH 13) pszenicy ozimej, istotne jest zarazem, aby nie przekraczać tej fazy, gdyż później możemy mieć problem ze zwalczaniem miotły zbożowej oraz innych chwastów jednoliściennych. W drugim przypadku, gdy mamy pszenicę ozimą zasianą nieco później, wykonujemy zabieg zaraz po siewie (BBCH 00). Pojawia się pytanie: dlaczego różnicujemy fazy w których wykonujemy opryski?

W pierwszym przypadku mamy do czynienia z sytuacją, w której często wierzchnia warstwa gleby może być przesuszona, a taka nie sprzyja dobremu działaniu herbicydów. W tej sytuacji celowo czekamy aż chwasty wzejdą i wtedy poza działaniem doglebowym herbicydu, mamy również nalistne działanie – jest to pierwszy powód, dla którego stosujemy zabieg opóźniony. Drugim powodem jest to, że wcześniej wysiane pszenice często narażone są na atak szkodników, takich jak mszyce i w przypadku wykonywania zabiegu na trzeci liść łączymy zwalczanie chwastów oraz mszyc. Trzeci powód związany jest z obecnością upraw rzepaku ozimego w gospodarstwie – musimy zdawać sobie sprawę, że herbicydy zbożowe mogą niekorzystnie wpływać na jego rozwój, nawet jeśli tylko niewielkie ich pozostałości zostają w opryskiwaczu. Zabiegi herbicydowe w rzepak ozimym wykonujemy tylko do pewnego momentu na jesieni i często kończymy opryski w rzepaku, gdy zboża zasiane jako pierwsze osiągną fazę trzech liści. Dzięki temu nie wykorzystujemy tego samego opryskiwacza do zabiegów chemicznej ochrony w tych dwóch grupach roślin. Widać w tym podejściu regeneratywne, gdyż bardzo istotne jest, aby swoimi działaniami na polu nie wpływać niekorzystnie na kondycję roślin.

W drugim przypadku, kiedy zboże zasialiśmy później, nie czekamy już na trzeci liść, tylko wykonujemy zabieg herbicydowy bezpośrednio po zasiewie. Uzasadnienie takiego podejścia również jest związane z dbałością o kondycję pszenicy. Musimy bowiem zdawać sobie sprawę, że później siana pszenica będzie wolniej wscho-

dzić oraz rosnąć (bo występują coraz niższe temperatury). W tym przypadku oczekiwanie na fazę trzech liści pszenicy mogłoby oznaczać, że zbiegnie się ona z ujemnymi temperaturami. Temperatura ujemna jest czynnikiem stresowym dla roślin pszenicy ozimej tak samo jak zabieg

herbicydowy, dlatego staramy się nie stosować zabiegu herbicydowego wtedy, kiedy wystąpić mają temperatury ujemne.

Tabela 8. Przykładowe substancje aktywne przydatne do zastosowania jesiennego w pszenicy ozimej (zwalczające chwasty jednoliścienne)

Substancja aktywna	Termin stosowania [BBCH]*	Uwagi
Pendimetalina	Najefektywniej w fazie BBCH 00	Można stosować w temperaturach ujemnych
Diflufenikan	W fazie BBCH 03	Zwalcza również chwasty dwuliścienne
Flufenacet	Nie później niż do fazy BBCH 02	Przydatny do zwalczania wyczyńca
Metrybuzyna	Najefektywniej w fazie BBCH 00	Głównie zwalcza chwasty dwuliścienne, wspomaga walkę z miotłom
Prosulfokarb	W fazie BBCH 03	Wspomaga zwalczanie jednoliściennych, ale głównie zwalcza chwasty dwuliścienne
Chlorotoluron	Nie później niż w fazie BBCH 03	Dobrze zwalcza miotłę, ale tylko do fazy krzewienia! Niektóre odmiany pszenic mogą wykazywać silną fitotoksyczność i tam nie można stosować tego środka

*najefektywniej działa

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o dane techniczne produktu

W podejściu regeneratywnym do uprawy pszenicy ozimej istotne jest, aby zwalczać chwasty już na jesieni, nie należy praktykować zwalczania wiosennego. Podejście takie podyktowane jest tym, że pszenica na wiosnę musi intensywnie rosnąć oraz budować plon. Zabieg herbicydowy natomiast zawsze niesie za sobą ryzyko przyhamowania wzrostu pszenicy i pogorszenie jej kondycji.

W takim podejściu w większości przypadków mamy zwalczane chwasty, w wyjątkowych przypadkach oraz latach zdarza się, że musimy wykonać zabieg korygujący, ale to już prawie zawsze tylko na rośliny dwu-

liścienne. Należy nadmienić, że herbicydy zwalczające chwasty dwuliścienne nie są tak groźne dla pszenicy jak te, które zwalczają chwasty jednoliścienne. Podyktowane jest to właściwościami biochemicznymi pszenicy. Pszenica jest również rośliną jednoliścienną i herbicydy zwalczające chwasty jednoliścienne wpływają w sposób istotny również na jej fizjologię - mogą znacząco pogarszać jej wigor oraz kondycję.

Wyczyniec jest jednym z bardzo groźnych chwastów w uprawie zbóż. Gatunek ten preferuje cięższe, bardziej wilgotne gleby. Biologia wzrostu i rozwoju wyczyńca jest bardzo podobna do rozwoju pszenicy, zwłaszcza na

początku wegetacji. Wyczyniec natomiast nieco wcześniej kwitnie i wydaje nasiona. Mając świadomość występowania wyczyńca na danym polu w podejściu regeneratywnym należy ustawiać tak płodozmian, aby na tym polu nie występowała zbyt często pszenica lub inne gatunki zbóż. Na takich polach zboże należy uprawiać w odstępach 5-letnich. Zwalczanie wyczyńca jest trudne dlatego, że wyczyniec bardzo szybko uodparnia się na herbicydy stosowane w zbożach i jeśli taką odporność nabędzie, bardzo trudno będzie go zwalczyć. W gatunkach uprawnych dwuliściennych np. groch, rzepak, ziemniak, do zwalczania wyczyńca

możemy użyć innych herbicydów, które są nieco skuteczniejsze niż te, które możemy stosować w pszenicy ozimej. Ponadto jeśli będziemy na polu zachwaszczonym wyczyńcem uprawiać gatunki jare, zyskujemy więcej czasu do walki mechanicznej z tym chwastem. Ponadto w uprawie regeneratywnej gatunków jarych praktykuje się siew poplonów, które są w stanie skutecznie konkurować z wyczyńcem. Można zauważyć, jak istotne jest całościowe podejście do uprawy w aspekcie regeneratywnym.

Ograniczenie występowania szkodników

Jak już wspomniano w rozdziale dotyczącym uprawy gleby, pszenice ozimą w podejściu regeneratywnym uprawia się generalnie bezorkowo. Uprawa bezorkowa ma wiele korzyści, jednak w kontekście szkodników może nieść pewne zagrożenia. Na polach

uprawianych bezorkowo można zaobserwować zwiększenie liczby gryzoni, może również wystąpić większe zagęszczenie owadów szkodników glebowych np. rolnic (w uprawie orkowej rolnice są wyorywane na powierzchnię gleby i mogą być zjedzone przez ptaki).



Ochrona gniazda ptaków drapieżnych. Na zdjęciu ochrona gniazda Błotniaka łąkowego (*Circus pygargus*) w uprawie pszenicy jako przykład dbałości o naturalnych wrogów gryzoni.

Szczególnie ważne jest zatem, aby w uprawie regeneratywnej zbóż, w tym pszenicy, zwrócić uwagę na odpowiedni dobór zmianowania. Należy unikać uprawy zbóż po sobie - to jednocześnie jeden z podstawowych

niechemicznych sposobów zwalczania szkodników. Ponadto należy również zadbać o zadrzewienia śródpolne oraz inne elementy krajobrazu, które są schronieniem dla drapieżników, odżywiających się szkodnikami.

W uprawie zbóż groźnymi szkodnikami są:

gryzonie

pryszczarek pszeniczny i zbożowy

szkodniki owadzie odglebowe np. rolnice

skrzypionka

mszyce

W aspekcie zwalczania gryzoni bardzo istotne jest, aby w obrębie plantacji bytowało jak najwięcej ptaków drapieżnych, które są w stanie ograniczyć istotnie ich populację.

Szkodniki odglebowe są bardzo groźne dla zbóż. Występują one często po określonych przedplonach – na przykład gąsienice rolnic częściej diagnozuje się w sytuacji uprawy pszenicy ozimej po rzepaku ozimym. Co możemy zrobić, aby ograniczyć ich występowanie? Po pierwsze, pole po rzepaku przed uprawą pszenicy należy lustrować na etapie mechanicznego zwalczania chwastów. Jeśli stwierdzimy, że rolnice występują w znacznej ilości, należy rozważyć uprawę orkową lub nawet w wyjątkowych przypadkach rezygnację z uprawy pszenicy na tym polu. Z metod niechemicznych zwalczania rolnic, poza uprawą orkową, mamy możliwość zastosowania nicieni drapieżnych – etomopatogennych gatunków z rodzaju *Steinernema*. Najlepiej aplikować je na pole nocą w postaci oprysku. Rolnica jest ćmą, tj. gatunkiem nocnym i żerowanie gąsienic również odbywa się głównie nocą. Oprysk nocny z nicieni gwarantuje, że preparat dostanie się na gąsienice rolnic, a następnie nicien wniknie do nich i zacznie niszczyć je od środka. Niewątpliwie jest

to zabieg skuteczny, jednak dość drogi. Atutem jest to, że nicienie poza rolnicami mogą zwalczać inne szkodniki. W podejściu regeneratywnym preferuje się tę metodę zwalczania, jednak jeśli z jakiegoś powodu byłaby nieskuteczna, należy rozważyć zabieg chemiczny, bezwzględnie wykonany nocą.

Mszyce w uprawie pszenicy, jak i innych zbóż, na ogół nie są dużym zagrożeniem. Jednak zdarzają się wyjątkowe sytuacje, w których wysysanie soków komórkowych z tkanek zbóż może również być bardzo groźne (wysysanie soków to sposób żerowania mszyc). Takie sytuacje mogą mieć miejsce gdy jest bardzo sucho i rośliny pszenicy nie mają zbyt dużo soków komórkowych. Jeśli żerowanie nie ma istotnego wpływu na kondycję roślin lub plon rośliny uprawnej, to w podejściu regeneratywnym rezygnuje się ze zwalczania danego szkodnika. Mszyce mogą żerować na roślinach praktycznie przez cały okres wegetacji pszenicy, największe zagrożenie stwarzają jednak na początku wegetacji roślin pszenicy – czyli jesienią, kiedy rośliny pszenicy ozimej są dość małe. Mszyca poza tym, że sama może żerować na pszenicy i powodować szkodę bezpośrednią, która zazwyczaj nie jest groźna, może być również wektorem

groźnych wirusów. Przeciw wirusom nie ma skutecznego zabiegu, a porażenie przez nie upraw pszenicy może spowodować znaczące straty w plonie tego gatunku. Porażenie przez wirusy jest szczególnie groźne, kiedy rośliny pszenicy są jeszcze młode – im później nastąpi porażenie, tym skutki są mniej groźne. Dlatego mszyce należy zwalczać bezwzględnie, jak tylko pojawią się w uprawie. Najbardziej skutecznym sposobem zwalczania mszyc było zaprawianie nasion pszenicy insektycydem, niestety obecnie nie ma już dopuszczonych zapraw nasiennych z insektycydem do stosowania w pszenicy ozimej. Dlatego należy wykonać zabieg insektydowy przeciw temu owadowi. Szkodnik ten atakuje najczęściej pszenice siane wcześniej, więc jeden z insektydów przeciw mszyce dodaje się do zabiegu herbicydowego (o czym pisano wyżej). W uprawie regeneratywnej istotne jest, aby monitorować występowanie mszyc na roślinach pszenicy – w tym celu można wystawić tablice lepne odławiające je koloru białego.

Pryszczarki to bardzo groźne szkodniki zbóż. Występują częściej na glebach ciężkich i większa ich presja odczuwalna jest w wilgotne lata. Podstawowym sposobem zwalczania tego szkodnika jest odpowiedni płodozmian, w którym nie należy uprawiać pszenicy po zbożu. Pryszczarek bowiem zimuje w resztkach pożywnych lub glebie, zatem większe jego występowanie będzie obserwowane w miejscach, w których uprawiano zboże w poprzednich latach. W skutecznym zwalczaniu pryszczarków bardzo ważny jest termin ich zwalczania – należy celować w dorosłe owady, które przylatują na plantację, zanim złożą jaja. Groźna jest dla pszeni-

cy larwa tego owada, która wygryza pędy lub ziarniki (w zależności od gatunku pryszczarka). W podjęciu decyzji o zwalczaniu, należy posłuchać się sygnalizacją występowania owadów dorosłych na plantacji. W tym celu wystawia się tablice lepne, najlepiej od strony pola, na którym rosta w poprzednich latach pszenica, gdyż najprawdopodobniej stamtąd nadleci owad. Zabieg ochronny wykonuje się po stwierdzeniu silnego nalotu owadów.

Kolejnym szkodnikiem spotykanym na plantacjach pszenicy jest skrzypionka. Generalnie w podejściu regeneratywnym najczęściej rezygnuje się ze zwalczania tego chrząszcza. Pomimo tego, że skrzypionka występuje prawie co roku w łanach pszenicy, to jednak nie jest zwykle szkodnikiem, który może w sposób znaczący wpłynąć na plon. Zwalczanie skrzypionki traktuje się raczej jako zabieg „przy okazji” – na przykład przy wykonywaniu zabiegu na rdzę możemy zastosować insektyd w sytuacji obserwacji bardzo dużej presji tego szkodnika. Natomiast najczęściej nie wykonujemy zabiegu tylko dlatego, że skrzypionka wystąpiła w uprawie.

Należy nadmienić, że w łanie pszenicy mogą wystąpić również inne szkodniki, niż te, które opisano powyżej, jednakże nie stanowią one istotnego zagrożenia dla jej uprawy. Tym niemniej należy zawsze lustrować plantację i podejmować stosowną decyzję co do ewentualnego zabiegu w sytuacjach uzasadnionych. Generalnie w podejściu regeneratywnym można powiedzieć, że lustracja plantacji jest swego rodzaju niezbędnikiem w zarządzaniu zabiegami ochrony roślin.



Jesienne porażenie pszenicy ozimej przez mszyce jest szczególnie niebezpieczne.

Zwalczanie chorób

W pszenicy ozimej groźnymi chorobami są:

kompleks chorób podstawy źdźbła

septorioza

fuzarioza

mączniak zbóż

rdza

W ograniczeniu występowania chorób w uprawie pszenicy ozimej ma znaczenie dobór odpowiedniej odmiany, odpowiednio odpornej, o czym wspomniano we wcześniejszej części tego opracowania oraz płodozmian.

Spośród odmian pszenic znaleźć można wiele takich, które są odporne na poszczególne choroby - w uprawie regeneratywnej należy wybierać te, które wykazują wysoką i bardzo wysoką odporność na podstawowe choroby. Ponadto w uprawie pszenicy istotny jest również odpowiednio dobrany płodozmian - nie należy uprawiać jej po innych zbożach.

Dobrym przykładem ograniczenia chorób przez odpowiednio dobrany płodozmian jest regulacja nasilenia kompleksu chorób podstawy źdźbła. Grzyby atakujące podstawę źdźbła to gatunki: *Geumannomyces graminis* var. *Tritici*, powodujący zgorzel podstawy źdźbła. Chorobę tę można w zasadzie ograniczać tylko przez właściwy płodozmian lub zaprawę chemiczną ziarna opartą o substancję aktywną siltiofam; *Pseudocercospora herpotrichoides* powodujący łamliwość źdźbła; *Fusarium* spp. odpowiedzialny za chorobę fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła oraz *Rhizoctonia cerealis* - gatunek powodujący ostrą plamistość oczkową. Wszystkie te choroby są bardzo groźne dla uprawy pszenicy ozimej, dlatego też rola płodozmianu w uprawie pszenicy jest bardzo istotna. Drugim bardzo ważnym czynnikiem ograniczającym występowanie omawianych chorób jest zaprawianie nasion odpowiednimi preparatami, bardzo skuteczne w chemicznym zwalczaniu zgorzeli podstawy źdźbła. Trzecią metodą ograniczenia występowania chorób w pszenicy jest zabieg chemiczny, ale wykonany bardzo wcześnie wiosną - do fazy BBCH 29, przed fazą strzelania w źdźbło. Należy go wykonać w tej fazie dlatego, że rośliny zbóż w tym czasie są jeszcze jakby płożące, nie podnoszą się, dzięki czemu dostęp do podstawy

źdźbła jest wtedy najlepszy i tym samym zastosowane preparaty lepiej działają. Z zabiegiem tym łączy się również prewencyjne ograniczanie mączniaka i skracanie. W podejściu regeneratywnym może to być jedyny zabieg chemiczny w ochronie upraw pszenicy przed chorobami. Do zwalczania kompleksu chorób podstawy źdźbła skuteczne są preparaty oparte o: prochloraz, triazole (np. tebukonazol), w mniejszym stopniu też metrafenon, cyprodynil. W podejściu regeneratywnym stosuje się zabieg ochronny z wykorzystaniem mieszaniny różnych fungicydów w mniejszych dawkach. Należy zawsze pamiętać, że zabiegi fungicydowe również wpływają na kondycję roślin.

Choroba wywołwana przez gatunek grzyba *Septoria tritici* powoduje septoriozę. Na ograniczenie występowania tej choroby wpływa istotnie dobór odpowiedniej odmiany. W uprawie regeneratywnej septorioza może nie mieć istotnego znaczenia i zwalczanie jej może nie być konieczne. Presja grzyba wywołującego tę chorobę jest większa w latach mokrych. Często dobrze wykonany zabieg na kompleks chorób podstawy źdźbła znacząco ogranicza jej występowanie. Choroba ta groźna jest w późniejszym etapie wegetacji pszenicy, jednak dobre zabezpieczenie dolnych partii roślin może znacząco ograniczyć jej występowanie. W ograniczeniu występowania septoriozy dobre okazują się preparaty oparte o triazole lub preparaty oparte o substancje aktywne z grupy SDHI.

Mączniak prawdziwy zbóż to grupa chorób, która występuje na każdej plantacji, jednak jej szkodliwość najczęściej nie jest zbyt duża. W uprawie regeneratywnej pszenicy w ograniczaniu jej występowania stosuje się jeden zabieg z użyciem jednego ze środków zapobiegawczych. Na rynku nr X przedstawiono środki prewencyjne zawierające proquazid (środek ten bardzo długo działa, ale tylko zapobiegawczo) i metrafenon

(działa krócej zapobiegawczo oraz ma działanie lekko interwencyjne). W uprawie regeneratywnej najczęściej do pierwszego zabiegu na kompleks chorób podstawy źdźbła dodaje się jeden z preparatów prewencyjnych na mączniaka prawdziwego i to najczęściej jest skuteczne w ograniczaniu jego występowania do końca wegetacji. Jeśli presja mączniaka jest naprawdę duża, można użyć środków z grupy morfolin, ale w bardzo małych dawkach, które bardzo dobrze zwalczają mączniaka.

Rdza pszenicy to choroba występująca raczej w późniejszym stadium wegetacji. Najczęściej nie potrzeba naszej doraźnej interwencji w celu jej zwalczania. Częściej zwalcza się rdzę w uprawie żyta ozimego. W pszenicy najczęściej pojawia się tuż przed żniwami i w tym okresie jej patogeniczność jest ograniczona. Zdaża się, ale raczej rzadko, że rdzę należy zwalczać, gdyż wystąpiła stosunkowo wcześnie - jeszcze przed kłoszeniem lub tuż po nim. W takiej sytuacji bardzo skuteczne są preparaty oparte o triazole, strobiluryny lub preparaty z grupy SDHI. W uprawie regeneratywnej należy do zwalczania tej choroby użyć raczej preparatów opartych o strobiluryny lub z grupy SDHI. Triazole nie są wskazane, gdyż zastosowane w momencie wystąpienia wyższych temperatur (co ma miejsce w momencie kłoszenia) lub tuż po nich wykazują dość agresywne działanie na rośliny i mogą powodować pogorszenie wzrostu pszenicy.

Fuzariozy to zbiorcza nazwa chorób wywołanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp., które poza porażeniem podstawy źdźbła mogą również porażać kłos. Zdaża się to raczej wyjątkowo, w specyficznych pogodowo latach. Wystąpieniu tej choroby sprzyja bardzo wilgotna aura, np. długo utrzymująca się rosa w fazie, gdy pszenica kwitnie. W takich latach może być konieczne zastosowanie zabiegu chemicznego przeciw tej chorobie, jednak najczęściej rezygnuje się z zabiegu przeciw fuzariozie kłosów w uprawie regeneratywnej. Wynika to z tego, że okno zabiegowe jest bardzo krótkie - wynosi około 24 godzin od porażenia. Porażenie następuje w monecie kwitnienia pszenicy. W praktyce 24 godziny to bardzo krótki czas, a skuteczność zabiegu przeciw fuzariozie jest bardzo ograniczona, jeśli wykona się zabieg później. Choroba ta występuje częściej w miejscach, gdzie uprawia się pszenice w krótkiej rotacji. W uprawie

regeneratywnej dąży się do tego, aby uprawiać pszenicę niezbyt często na tym samym polu, co znacząco wpływa na ograniczenie występowania tej choroby.

Podsumowując zagadnienia ochrony łanu pszenicy przeciw chorobom w uprawie regeneratywnej: w praktyce najważniejszy jest pierwszy zabieg wykonany do fazy BBCH 29, tj. do strzelania w źdźbło. Wykonuje się go bezwzględnie, gdyż zabezpiecza łan przeciw chorobom podstawy źdźbła oraz „czyści liście” z ewentualnych innych grzybów, które mogą wywoływać choroby w późniejszym etapie wegetacji pszenicy. Choroby liściowe takie jak fuzarium, mączniak, septoria czy rdza występują najczęściej na liściach podflagowych czy flagowych. Zarodniki wymienianych grzybów mogą dostać się na plantację z dwóch kierunków: 1. z wiatrem - wtedy występują tylko na górnej części łanu na liściach podflagowych i flagowych, które są dobrze dostępne dla cieczy roboczej i ewentualny oprysk bez problemu dotrze do powierzchni tych liści; 2. „od dołu” - zarodniki grzybów rozprzestrzeniają się od dolnych liści i w tym przypadku sytuacja jest bardziej skomplikowana. Bo odpowiednio wcześnie nie zlikwidujemy źródła chorób z dolnych partii liści, zagrożenie może występować praktycznie aż do zbioru pszenicy i istotnie zmniejszać efektywność zabiegu na liść flagowy czy podflagowy. Dlatego tak istotny jest zabieg pierwszy, ten wykonywany w stadium BBCH 29-33, a nawet nieco wcześniej. Jest on konieczny i niezbędny. W uprawie regeneratywnej często zdarza się, że ten pierwszy zabieg jest wystarczający do końca wegetacji pszenicy. Ewentualne inne zabiegi są już tylko korektą zabiegu pierwszego. Termin pierwszego zabiegu fungicydowego zazwyczaj wykonujemy w okresie, w którym należy wykonać również zabieg skracania pszenicy.

Wczesne porażenie przez rdzę pszenicy ozimej wymaga interwencji chemicznej już na początku wegetacji. Takie postępowanie będzie skutkowało w późniejszych fazach.



Zabieg ograniczający wyleganie pszenicy

Wyleganie roślin zdarza się najczęściej w okresie, w którym pszenica ozima jest w fazie nalewania kłosa. W tym okresie już praktycznie nic nie możemy zrobić, dlatego zabieg skracający należy wykonać znacznie wcześniej. Zabieg ten wykonujemy na początku strzelania w źdźbło, w fazie BBCH 29 do 33. Zabieg skracania łączymy z pierwszym zabiegiem fungicydowym i to on jest wyznacznikiem daty wykonania oprysku.

Łan pszenicy który został wysiany wcześniej, najczęściej jest dość dobrze rozkrzewiony. W celu ograniczenia wylegania, istotna jest gęstość siewu. Termin zabiegu skracającego w fazie BBCH 30 wykonany jest w sytuacji, kiedy łan pszenicy jest mocny, silnie rozkrzewiony. W tym przypadku należy wykonać zabieg bardzo wcześnie, już na samym początku strzelania w źdźbło, czyli w fazie BBCH 30-31. Na plantacjach później sianych, również zabieg możemy wykonać nieco później. Jedynym wyjątkiem jest sytuacja, kiedy chcemy dokrzewić rośliny pszenicy, co ma zazwyczaj miejsce przy bardzo późnych siewach. Wtedy zabieg taki również wykonujemy w fazie BBCH 21-29.

Podsumowując, w ochronie pszenicy ozimej w podejściu regeneratywnym standardowo wykonu-

je się zabieg przeciwko chwastom jesienią, natomiast w okresie wiosennym stosuje się ewentualną korektę, ale tylko na chwasty dwuliścienne. Nie powinno się bowiem dopuścić do sytuacji w której należy zwalczać jeszcze chwasty jednoliścienne w tym okresie. Preparaty na chwasty jednoliścienne mają bardzo niekorzystny wpływ na rośliny pszenicy.

Terminy zabiegów wiosennych uzależnione są od tego, kiedy wykonujemy zabieg skracający pszenice. W uprawie regeneratywnej zawsze łączymy zabiegi, tj. skracanie z fungicydem, insektycyd z fungicydem. W praktyce zawsze wykonuje się pierwszy zabieg w fazie od BBCH 25 do BBCH 31, jako zabieg ochronny i skracający. Kolejne zabiegi uzależnione są od intensywności wzrostu pszenicy i przebiegu pogody. Jeśli aura pogodowa jest raczej sucha, to najczęściej nie wykonuje się kolejnych zabiegów. W sytuacji dość deszczowej pogody i intensywnego wzrostu pszenicy, istnieje często konieczność dodatkowego zabiegu, w tym skracającego (z wykorzystaniem już tylko proheksadionu wapnia lub trineksapaku etylu) w fazie BBCH około 35 w połączeniu z zabiegiem fungicydowym.

Do skracania zbóż wykorzystuje się kilka dostępnych preparatów opartych o następujące substancję aktywne:

chlerek chloromekwatu (CCC) – preparaty oparte o tę substancję czynną są dość skuteczne, ale mają jedną wielką wadę - są bardzo fitotoksyczne, zatrzymują pszenice we wzroście całkowicie poza pędem głównym. Zatrzymują również wzrost korzeni, co nie jest korzystne, gdyż dobrze rozwinięty system korzeniowy wpływa na lepszą odporność roślin na suszę. W podejściu regeneratywnym staramy się nie używać tego środka. Używa się go tylko w wyjątkowych przypadkach np. kiedy pszenica wyjątkowo „agresywnie rośnie” i możemy prognozować, że może wylec. Jednak nie należy używać dawki większej niż $500 \text{ g CCC} \cdot \text{ha}^{-1}$ do takiego zabiegu. Drugim wyjątkiem dopuszczającym użycie CCC jest sytuacja, kiedy chcemy dokrzewić pszenicę – w tym przypadku należy użyć dawki około $50-100 \text{ g CCC} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pszenice dokrzewiamy wiosną, gdy rośliny znajdują się w fazie 2-3 liści, kiedy rośliny zaczynają przechodzić w stadium krzewienia. Pszenica po strzeleniu w źdźbło już nie krzewi się, więc zabieg dokrzewiający nie ma już wtedy sensu.

trineksapak etylu – substancja ta nie jest tak agresywna jak chlerek chloromekwatu, gdyż działanie tej substancji ma nieco inny charakter niż CCC i nie wpływa tak bardzo negatywnie na wzrost korzeni. W porównaniu do CCC jest również

lepsza w zatrzymywaniu wzrostu pędu, kiedy już rozpoczęła się faza strzelania (faza BBCH 33). Efektywność stosowania CCC w porównaniu do trineksapaku etylu jest natomiast lepsza w fazie wcześniejszej, BBCH 29-30, niż w fazie późniejszej, jak BBCH 33. Związane jest to z tym, że trineksapak etylu powoduje zahamowanie wzrostu wydłużeniowego pędu, natomiast nie hamuje dzielenia się komórek w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni pędu. Niewątpliwą wadą preparatów opartych o tę substancję aktywną jest to, że gorzej działają w pochmurne dni.

proheksadion wapnia – substancję tę można sklasyfikować pomiędzy trinekapakiem a CCC. Proheksadion wapnia nie jest agresywny w działaniu jak CCC, a zarazem działa bardzo dobrze skracająco. Warto nadmienić, że wartością dodaną przy zastosowaniu preparatów na jego bazie jest dodatkowe nawożenie roślin wapnem, co w uprawie regeneratywnej jest bardzo istotne.

etefon (generator etylenu) – etylen jest hormonem roślin, często nazywany „starczym”. Z tego powodu stosowanie regulatorów na bazie etefonu jest możliwe tylko przy skracaniu dokłosa. Etylen wpływa bardzo sterująco na pszenicę ozimą, dlatego nie znajduje zastosowania w uprawie regeneratywnej pszenicy.

fungicydy z grupy triazoli mają również pewne znaczenie w skracaniu roślin. Wykorzystywane są jednak jako uzupełnienie skracania podstawowego. Działają około 3-krotnie słabiej niż trineksapak etylu, jednak w ustaleniu dawki regulatora wzrostu należy również wziąć pod uwagę ewentualne zastosowanie triazoli w mieszaninie opryskowej i zmniejszyć dawkę regulatora.

w skracaniu roślin mają również znaczenie niektóre herbicydy, zwłaszcza z grupy regulatorów wzrostu, takie jak np. MCPA, ale również sulfonylomocznikowe czy pinoksaden.

Optymalna faza pszenicy do pierwszego zabiegu skracającego.



ZBIÓR I PRZECHOWANIE

2.3.8

W uprawie regeneratywnej zbiorów oraz przechowywanie ziarna nie różnią się znacząco od przebiegu tych czynności w przypadku uprawy konwencjonalnej.

Przed zbiorem w uprawie regeneratywnej nigdy nie stosuje się desykacji chemicznej z użyciem glifosatu, ani żadnej innej tego typu substancji. W uprawie regeneratywnej odczekuje się aż ziarno osiągnie pożądaną

wilgotność (14-16%) w sposób naturalny i wtedy wykonuje się zbiór. Dopuszcza się zbieranie wilgotniejszego ziarna w wtedy, jeśli jest taka konieczność i dosusza się je w suszarni.

Desykacji nie stosuje się z kilku powodów:

glifosat wpływa niekorzystnie na mikroorganizmy glebowe, dlatego może zaburzyć równowagę biologiczną w glebie, poza tym glifosat może utrzymać się na roślinach w postaci pozostałości, co nie jest korzystne z uwagi na pogorszenie jakości ziarna

użycie desykanta w trakcie zbioru pociąga za sobą koszty zakupu, ponadto dodatkowy wjazd w pole oznacza dodatkowe koszty oraz dodatkowe narażenie roślin na zniszczenie

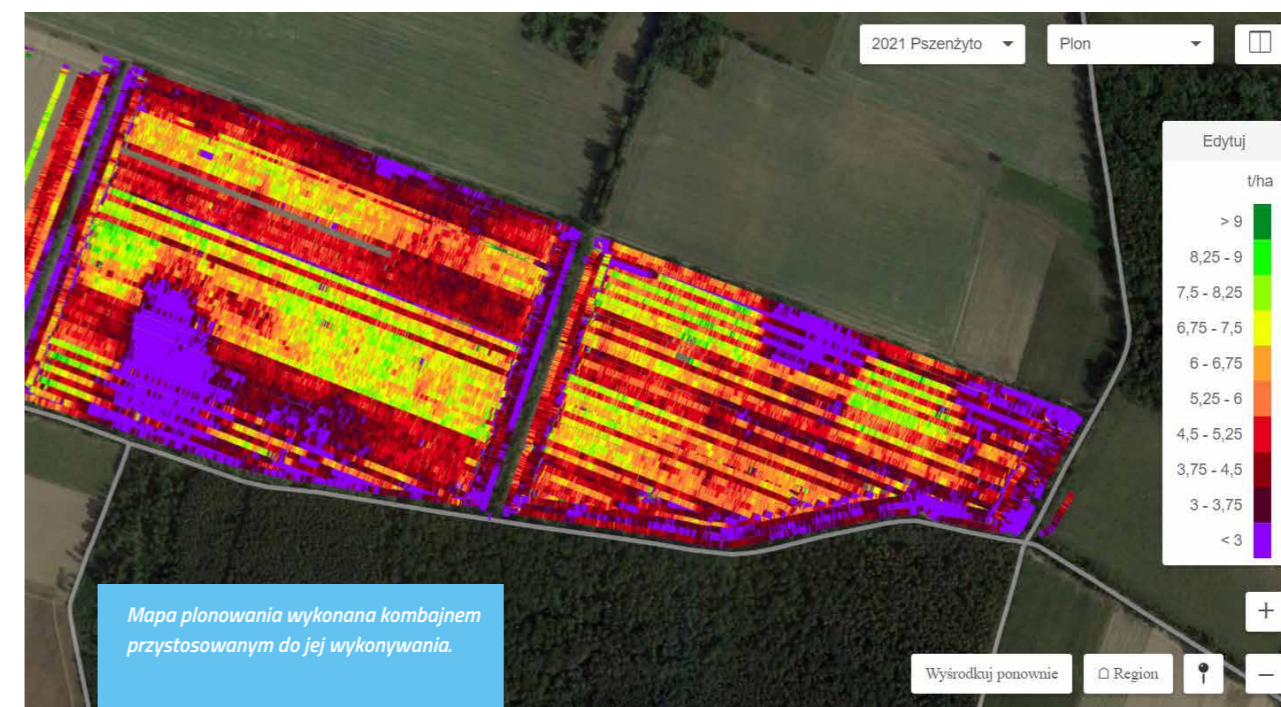


Widok ścierniska po pszenicy ozimej, gdzie resztki po żniwnie zostały posiekane.

Z tych powodów odstępuje się od tego zabiegu. W trakcie zbioru pszenicy w podejściu regeneratywnym istotne jest również to, aby plon uboczny został na polu. Słoma jest wartościowym nawozem organicznym i poza materia organiczną pozostawia również składniki pokarmowe dla roślin następczych. W podejściu regeneratywnym słomę staramy się pozostawić na polu. Wiadomo, że jeśli w gospodarstwie prowadzi się chów zwierząt, to zbiór słomy z pola jest niezbędny. W takim przypadku zawsze słomę zbiera się z pól, na których rośliną następczą jest gatunek, który korzystnie wpływa na bilans materii

organicznej w glebie. Do takich upraw zaliczyć można na przykład rośliny bobowate (strączkowe i motylkowate drobnonasienne), rzepak. Bezwzględnie słomę zostawia się na polu jako nawóz tam, gdzie rośliną następczą jest ziemniak czy burak cukrowy.

W trakcie zbioru można wykonać mapowanie plonu. Mapa plonu jest jedną z istotnych elementów wiedzy o zmienności polowej, na podstawie której później podejmujemy zoptymalizowane decyzje o nawożeniu rośliny następczej.



W aspekcie przechowywania ziarna zbóż istotne jest przygotowanie odpowiedniego miejsca do jego składowania. Miejsce magazynowania ziarna należy przygotować wykonując odpowiednią dezynfekcję -

takie zabiegi zleca się wyspecjalizowanej firmie, która wykona zabieg z odpowiednią starannością oraz dbałością o środowisko. Przechowywane ziarno powinno mieć odpowiednią wilgotność, wynoszącą nie więcej niż 14 %.



REGULACJA PH I ROLA WAPNIA

2.3.9

W podejściu regeneratywnym do uprawy pszenic dużą rolę odgrywa wapń. W konwencjonalnym rolnictwie często rolę wapnia ogranicza się do regulacji pH.

W konwencjonalnym rolnictwie często rolę wapnia ogranicza się do regulacji pH. W uprawie regeneratywnej uznaje się, że wapń poza regulacją pH, wpływa na inne ważne elementy życia biologicznego gleby. Właściwy odczyn gleby można rozpatrywać z punktu widzenia rośliny uprawnej, ale również z punktu widzenia życia biologicznego gleby. Pszenica ozima ma wysokie wymagania co do odczynu – do prawidłowego rozwoju wymaga odczynu w zakresie od lekko kwaśnego (pH 5,6), aż do nawet zasadowego (pH 7,5). Optymalny dla wzrostu pszenicy powinien być odczyn gleby zbliżony do obojętnego - pH 6,5. Pszenica ozima może prawidłowo rosnąć przy szerokim zakresie pH gleby, jednak nie znosi kwaśnego odczynu i znacznie lepiej rozwija się na glebach o odczynie zasadowym niż kwaśnym.

W podejściu regeneratywnym do uprawy pszenicy ozimej, jak wspomniano wcześniej, pszenica jest pewnego rodzaju wypełnieniem płodozmiaru. Jej uprawa ma za zadanie odbudować zasoby materii organicznej po uprawie roślin okopowych oraz wpłynąć korzystnie na strukturę gleby, co związane jest również z obecnością w glebie jonów wapnia, które stabilizują strukturę gleby. W podejściu regeneratywnym istotne jest również to, aby utrzymać pH bliskie 6,5, pomimo że pszenica jest w stanie dobrze rosnąć nawet na glebach o bardziej zasadowym odczynie. Takie podejście do odczynu gleby w uprawie pszenicy ma swoje podstawy w całościowym podejściu do uprawy roślin w gospodarstwie, co jest domeną rolnictwa regeneratywnego. Całościowe podejście zakłada, że każda roślina w płodozmianie powinna wpływać korzystnie na

kolejne. W przypadku uprawy pszenicy ozimej powinniśmy utrzymać pH bliskie 6,5, gdyż kolejne rośliny w płodozmianie mogą mniej korzystnie reagować na wyższe pH. W podejściu regeneratywnym powinniśmy utrzymać odczyn gleby w kolejnych uprawach na podobnym poziomie, również z uwagi na życie biologiczne gleby. W prawidłowo ułożonym i prowadzonym zmianowaniu w glebie wytwarza się równowaga biologiczna pomiędzy organizmami tam żyjącymi. W myśl rolnictwa regeneratywnego jako zarządzaniu glebami uprawnymi, nie chcemy zaburzyć tej równowagi, chcemy ją podtrzymać tak, aby utrzymywała się mniej więcej na stałym poziomie pomiędzy poszczególnymi uprawami. Jeśli wartość pH jest zbyt niska, wtedy sytuacja jest prosta – należy zastosować wapnowanie. Za najlepsze wapno nawozowe uznaje się takie, które oparte jest na bazie kredy lub pochodzi z przemysłu spożywczego (np cukrowni). Wapna dolomitowe nie są tak bardzo polecane, dlatego że poza wapniem wprowadzają do gleby magnez, a to może być niekorzystne. Jest to wapno wolniej działające w porównaniu do kredowego czy cukrowniczego. Jeśli wystąpił spadek pH gleby to zależy nam na tym, aby pH gleby stosunkowo szybko powróciło do zakresu optymalnego pH 6,5 (jest to istotne dla równowagi biologicznej).

Co dzieje się w sytuacji, jeśli pH gleby jest prawidłowe lub za wysokie?

W rolnictwie regeneratywnym rola wapnia nie ogranicza się jedynie do regulacji pH gleby, jak pisano wcześniej. Wapń jest niezbędnym makro składnikiem - pszenica ozima do wytworzenia 7 ton ziarna potrzebuje

ok 35 kg CaO·ha⁻¹. Jest to dość duże zapotrzebowanie, które roślina pokrywa z zasobów glebowych. Może zdarzyć się tak, że wartość pH będzie cały czas utrzymywać się w zakresie 6,5, nie znaczy to jednak, że roślina nie pobiera wapnia. W związku z tym w rolnictwie regeneratywnym stosuje się nawożenie wapniem i zwraca się uwagę na regulację odczynu gleb uprawnych. Jeśli pH gleby jest za niskie, stosuje się wapnowanie, jeśli jest za

wysokie, w celu obniżenia jego wartości można zastosować jeden z nawozów kwaśnych fizjologicznie, na przykład siarczan amonu lub siarkę elementarną. Jeśli pH jest optymalne, a z wyników analizy chemicznej wnioskujemy, że w glebie jest za mało wapnia dostępnego dla roślin, nawozimy glebę wapnem. Używamy do tego siarczanu wapnia, a do wykonywanych oprysków dodajemy saletrę wapniową.

W podejściu regeneratywnym do uprawy pszenicy ozimej, rola wapnia jest rozważana w następujących aspektach:

■ *wapń jako pierwiastek mogący regulować wartość pH w podejściu regeneratywnym do upraw: pH gleby powinno być zbliżone do 6,5, gdyż jest to wartość którą preferuje znaczna większość roślin uprawnych, ponadto stały odczyn gleby pozwa na utrzymanie równowagi biologicznej w glebie*

■ *wapń jako niezbędny składnik pokarmowy dla roślin: pszenica ozima do wytworzenia każdej 1 tony ziarna potrzebuje ok. 5 kg CaO·ha⁻¹, zatem w podejściu regeneratywnym w analizie chemicznej gleb poza określeniem wartości pH, powinniśmy zadbać również o to, aby określić zawartość wapnia w glebie i na tej podstawie możemy podać decyzję o nawożeniu gleby tym pierwiastkiem; jeśli pH jest odpowiednie, a jednak makroelementu tego brakuje w glebie, wtedy stosujemy*

nawożenie z wykorzystaniem nawozów wapniowych nie wpływających alkalizująco na glebę, takich jak saletra wapniowa lub siarczan wapnia

■ *wapń ma również bardzo istotną rolę w utrzymaniu odpowiedniej struktury gleby: wapń w glebie jest jodem dwuwartościowym, który zaliczany jest do środków wiążących ze sobą cząstki glebowe w agregaty, cementujących - ma zdolność łączenia ze sobą cząstek organicznych, organicznych z mineralnymi, obecność wapnia w glebie sprzyja rozwojowi korzystnej struktury agregatowej gleby oraz utrzymaniu stabilnej struktury gruzełkowatej*

2.4

ZESTAWIENIE PRAKTYK
I ANALIZA KORZYŚCI

Podsumowując, w uprawie regeneratywnej pszenicy ozimej zwraca się szczególną uwagę na takie aspekty jak:

dobór stanowiska w zmianowaniu: pszenicę powinno uprawiać się po przedplonach niezbożowych, prawidłowy płodozmian warunkuje mniejszą presję chorób i szkodników oraz zdrowotność roślin, lepszą ich kondycję oraz odporność na warunki środowiskowe,

uprawę gleby w podejściu regeneratywnym minimalizuje się, do uprawy roli należy używać agregatów uprawowych do uprawy płytkiej lub do uprawy pasowej (strip-till), takie podejście ogranicza intensywną ingerencję w równowagę biologiczną gleby oraz spowalnia mineralizację materii organicznej gleb,

w aspekcie ochrony roślin należy wykorzystywać wszystkie możliwe niechemiczne metody ograniczania występowania patogenów, począwszy od odpowiednio dobranego płodozmianu, odpowiedniej odmiany, natomiast zabiegi chemicznej ochrony roślin powinny być wykonywane w optymalnych terminach,

należy stosować nawożenie naturalne, natomiast w nawożeniu mineralnym azot stosować tylko wtedy, kiedy przewidujemy, że zostanie wykorzystany, kondycja roślin powinna być oceniana w oparciu o zdję-

cie satelitarne określające indeks zieloności roślin NDVI i inne dane o polu, na podstawie których koryguje się dawkę nawozu,

w trakcie zbioru w miarę możliwości staramy się pozostawiać plon uboczny w postaci rozdrobnionej słomy, zwłaszcza jeśli w płodozmianie uprawiane są rośliny niekorzystnie wpływające na zasoby materii organicznej gleb.

W podejściu regeneratywnym do uprawy pszenicy prowadzimy tak uprawę, aby pozostawiła ona jak najlepsze stanowisko dla roślin następczych. Zakładamy, że uprawa pszenicy sama w sobie wpływa korzystnie na właściwości glebowe, a w podejściu regeneratywnym staramy się zwiększyć jej możliwości naprawcze w stosunku do środowiska glebowego. Takie podejście wpływa korzystnie na stabilność plonowania pszenicy w latach, oraz poprawę stanowiska dla kolejnych upraw. Istotne jest również to, że ziarno pszenicy pochodzące z uprawy regeneratywnej jest lepszej jakości, wolne od patogenów, o lepszym składzie chemicznym, jako wynik całościowego podejścia do uprawy pszenicy.



Autor:
mgr inż. Bartosz Grzempa

Recenzja:
dr inż. Aneta Perzanowska

03

ZIEMNIAK

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO



WPROWADZENIE DO UPRAWY REGENERATYWNEJ

W obliczu zmiany klimatu, która coraz bardziej dotyka środowiska, w którym żyjemy, musimy zdawać sobie sprawę, że to my, jako ludzkość, jesteśmy ich głównym źródłem.

3.1

Wpływ na te zmiany mamy zarówno w życiu codziennym, chociażby poprzez codzienne wybory – na przykład to, czy kupujemy napój w opakowaniu łatwo utylizowanym lub wielokrotnego użycia, ale również wpływając na kształt środowiska w miejscu, w którym pracujemy. Rolnictwo to szczególna gałąź gospodarki, wpływająca na kształt środowiska dosyć intensywnie. Może ono wpływać z jednej strony niekorzystnie na środowisko, a z drugiej strony korzystnie, wręcz naprawczo, chociażby w kontekście zmiany klimatu. Każdy rolnik powinien być świadomy, jak ważną rolę pełni w kształtowaniu środowiska. Rolnik jest nie tylko producentem żywności, którą konsumują inni, a także może, a w zasadzie powinien, wpływać korzystnie na środowisko, w którym społeczność żyje.

Mając na uwadze aspekty, które spełnia rolnik jako producent żywności względem kształtowania środowiska, powinien w taki sposób działać, aby z jednej strony zapewniać zdrową i dobrej jakości żywność, ale również produkować tę żywność w sposób korzystny dla środowiska. Rolnictwo regeneratywne ma za zadanie wprowadzenie takich praktyk, które mają na celu spełnić powyższe kryteria. Podejście regeneratywne do uprawy roślin jest inne niż te konwencjonalne. W głównej mierze skupia się na dbałości o stan gleby. Gleba jest środowiskiem życia rośliny, o które trzeba zadbać. Pewne aspekty można zdefiniować w 5 punktach, które nazywane są praktykami 5(C):

■ **Dbłość o odpowiednią ilość wapnia (Calcium)** w glebie, który jest szczególnym pierwiastkiem w życiu roślin, jak i w funkcjonowaniu środowiska glebowego. Wapń wpływa na wartość pH, która jest najistotniejsza dla prawidłowego wzrostu roślin oraz życia biologicznego w glebie. Wpływa również na strukturę gleby poprzez swoją funkcję w spajaniu koloidów glebowych. I wreszcie wapń jest składnikiem niezbędnym do życia roślin, między innymi wchodzi w skład ścian komórkowych, pełni w komórkach roślinnych funkcję regulacyjną.

■ **Gospodarka materią organiczną w glebie (Carbon)** – im większa ilość materii organicznej w glebie, tym rośliny rosną lepiej, wydają większy plon oraz są w lepszej kondycji. Większa ilość materii organicznej wpływa również korzystnie na retencję wody w glebie. Ponadto organiczne związki budujące materię organiczną są źródłem energii dla innych organizmów żyjących w środowisku glebowym.

■ **Uprawa roślin poplonowych (Cover Crop)**. Uprawa poplonów wpływa istotnie na zwiększenie materii organicznej w glebie, poza tym poplony chronią glebę przed erozją wietrzną, przed wymywaniem składników pokarmowych i stanowią dodatkowe źródło substancji organicznych niezbędnych dla życia organizmów glebowych.

■ **Uprawa roli (Cultivation)**. Uprawa roli odgrywa bardzo ważną rolę w kształtowaniu właściwości gle

bowych. Z jednej strony uprawa roli musi spowodować takie jej przygotowanie, które będzie stwarzać odpowiednie warunki dla wzrostu roślin uprawnych, z drugiej strony uprawa roli jest jednym z czynników, które mogą zaburzyć równowagę biologiczną, wytworzoną w glebie, m.in. w wyniku zwiększenia napowietżenia. W uprawie regeneratywnej zagadnienie uprawy roli można podsumować w następującej dewizie „tak mało jak jest to możliwe, tak dużo jak jest to konieczne”.

Wpływ działalności rolniczej na środowisko zewnętrzne (**Culture**). Punkt ten odnosi się do tego, w jaki sposób rolnictwo wpływa na kształt środowiska zewnętrznego. W tym kontekście rolnictwo regeneratywne zwraca szczególną uwagę na aspekty, które wpływają pośrednio na produkcję rolniczą, a istotnie

na środowisko zewnętrzne. Do aspektów tych zaliczyć można np. tworzenie lub utrzymanie istniejących zadrzewień śródpolnych, wpływających korzystnie na ptaki, które mają w nich schronienie. Ponadto ptaki często są drapieżnikami, które zjadają szkodniki. Korzystnie na środowisko wpływa tworzenie sztucznych zbiorników wodnych i ochrona istniejących, siew poplonów wpływa natomiast korzystnie na owady zapylające, które mają z nich pożywkę.

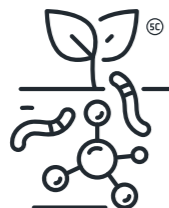
Powyższe praktyki w kontekście uprawy określonych gatunków należy rozpatrywać całościowo. Po szczególne rośliny w płodozmianie są tylko elementem praktyk regeneratywnych, natomiast pełne korzyści z rolnictwa regeneratywnego osiąga się w gospodarstwie w aspekcie całego płodozmienu.

KODEKS 5C



WAPŃ

buduj strukturę



WĘGIEL

dostarczaj energię glebie



POPLONY

okrywaj glebę



UPRAWA

uprawiaj optymalnie



KULTURA

żyj w symbiozie z otoczeniem



WYMAGANIA POKARMOWE I GLEBOWE

Ziemniak z sukcesem może być uprawiany w różnych warunkach glebowych.

3.2

Jednak bardziej sprzyjające jego uprawie są gleby średnio zwarte. Istotne jest to, aby gleba była zasobna w składniki pokarmowe, gdyż ziemniak pobiera je od początku wzrostu, natomiast jego korzenie nie sięgają zbyt głęboko. Stolony, czyli zmodyfikowane pędy podziemne, na końcach których rozwijają się bulwy, również rozwijają się w powierzchniowej warstwie gleby. Korzenie, stolony oraz nowe bulwy do swojego wzrostu potrzebują tlenu, stąd niekorzystnie reagują na okresowe jego niedobry. Z tych powodów do uprawy ziemniaka nie są polecane gleby ciężkie, zlewne i nieprzepuszczalne. Gleby te oprócz tego, że okresowo mogą być podtapiane, to również mogą powodować zniekształcenia rozwijających się bulw. Ponadto ciężkie gleby mają tendencję do nadmiernego zbrylania, co jest również niekorzystne w uprawie ziemniaka. Niezniszczone bryły obecne na początku uprawy, mogą utrzymywać się w glebie do końca sezonu, co z kolei wpływa istotnie na zbiór ziem-

niaka - zbyt mocno zbrylona gleba może powodować nadmierne obicia bulw podczas zbioru, co wpływa na ich jakość.

W tabeli 1 przedstawiono wartości makroelementów, które zużywa ziemniak do wyprodukowania 1 tony bulw. Z przedstawionych danych wynika, że na wytworzenie jednej tony bulw, ziemniak potrzebuje ok. 3,5 kg N, 1,3 kg P₂O₅ oraz ok 6 kg K₂O. Wartości podane w tabeli są wartościami uśrednionymi dla ziemniaków uprawianych do końca wegetacji. Ziemniak uprawiany na wczesny zbiór ma nieco inne, mniejsze wymagania co do azotu. W takiej uprawie ziemniak wymaga ok. 1,5 kg N na 1 tonę bulw. Również nieco wyższe dawki azotu potrzebują ziemniaki uprawiane z przeznaczeniem na frytki i wartość ta może wynosić nawet 4,5 kg N (w zależności od odmiany).

Tabela 1. Ilość poszczególnych makroelementów przyswajalnych z 1 t bulw · ha⁻¹ (Wartości uśrednione)

Azot (N)	Fosfor (P ₂ O ₅)	Potas (K ₂ O)	Wapń (CaO)	Magnez (MgO)	Siarka (S)
3,5 kg	1,3 kg	6 kg	0,5 kg	0,5 kg	0,6 kg

Źródło: Opracowanie własne

3.3

TECHNOLOGIA UPRAWY REGENERATYWNEJ



STANOWISKO I PRZEDPLON

3.3.1

W uprawie regeneratywnej, jeśli chodzi o stanowisko dla uprawianej rośliny, istotne są te czynniki, które są związane bezpośrednio z siedliskiem, takie jak na przykład ukształtowanie terenu.

Uprawę ziemniaka należy w miarę możliwości lokować w miejscach o korzystnym ukształtowaniu terenu. Należy unikać uprawy w miejscach, gdzie znajdują się zagłębienia terenu. Zagłębienia takie niosą ryzyko wynikające z możliwości zalegania wody, występującej po silnych opadach deszczu bądź po deszczowaniu. Takie zagłębienia niosą również większe ryzyko wystąpienia przymrozków wczesną wiosną, których ziemniak nie znosi dobrze. Innym aspektem związanym z siedliskiem

jest uregulowanie stosunków wodnych. Nie można uprawiać ziemniaków na polach, na których nie jest prowadzona prawidłowo gospodarka wodna. Na polach, na których zalega woda, rośliny ziemniaka nie chcą dobrze rosnąć, są w słabej kondycji, co wpływa istotnie na ich plon oraz wrażliwość na porażenie przez patogeny, a tym samym na późniejszą intensywność ochrony.

Z punktu widzenia stanowiska w zmianowaniu najlepszymi przedplonami dla ziemniaka są zboża i strączkowe, w mniejszym stopniu okopowe, takie jak burak, a w wyjątkowych przypadkach dopuszcza się uprawę ziemniaka po ziemniaku, ale tylko jeden rok. W roku, w którym powtarzamy uprawę, należy takie ziemniaki przeznaczyć na wczesny zbiór. W podejściu regeneratywnym do uprawy roślin, ustalając płodozmian, należy zwrócić uwagę na to, aby przez maksymalny czas, a najlepiej możliwie bez przerwy, utrzymywać w glebie żywe zdrowe korzenie roślin. Glebę można sobie wyobrazić jako wielki „żołądek”, który musi wyżywić organizmy żyjące w nim - zarówno rośliny, jak i mikroorganizmy. Rosnące rośliny przeprowadzają fotosyntezę, mają żywe korzenie, które częściowo się rozkładają w glebie, dając tym samym pożywkę dla mikroorganizmów, poza tym korzenie wydzielają różne substancje, korzystne dla życia mikroorganizmów glebowych. Mikroorganizmy glebowe są konsumowane przez makroorganizmy takie jak np. pożyteczne nicienie czy dżdżownice. Dlatego istotne jest, aby po zejściu przedplonu, na polu rosły żywe rośliny. Żywe korzenie dają gwarancję przetrwania organizmom żyjącym w glebie i tym samym podtrzymania równowagi biologicznej, która się tam wytworzyła. W rolnictwie regeneratywnym, należy postępować tak, aby w tę równowagę ingerować możliwie w jak najmniejszym stopniu. Dlatego w podejściu regeneratywnym ważne jest, jakie stanowisko przejmuje dany gatunek, a w zasadzie co jesteśmy w stanie z nim zrobić, jak je przygotować do uprawy pod kolejny. Jeśli uprawiamy ziemniaka po roślinach wcześniej schodzących z pola np. zbożach lub innych, należy takie stanowiska obsiać poplonami. Uprawa poplonów w płodozmianie ma kilka zadań - jednym z nich jest to, aby w przerwie między uprawą kolejnego gatunku w glebie pozostawały żywe korzenie, które jak

wspomniano wcześniej, są ważne z punktu przetrwania życia biologicznego w glebie. Poplonów nie będziemy siać w sytuacji, w której ziemniaka będziemy uprawiać po burakach cukrowych. Należy tu nadmienić, że buraki pozostają w glebie praktycznie do końca wegetacji i tym samym odżywiają w tym okresie mikroorganizmy żyjące w glebie.

W momencie układania płodozmienu należy wziąć pod uwagę również inne aspekty. Oczywiście ziemniak nie powinien być uprawiany po rzepaku oraz innych roślinach z rodziny kapustowatych, głównie z uwagi na możliwość wystąpienia nicieni. W przypadku rzepaku ozimego po uprawie tego gatunku pojawia się również wiele samosiewów, które dosyć ciężko zwalczyć. W zasadzie w chemicznym zwalczaniu tych samosiewów jest tylko jedna substancja aktywna do wykorzystania - rimsulfuron. Należy nadmienić, że substancja ta co prawda nie niszczy ziemniaka, ale nie jest dla niego obojętna w kontekście jego wzrostu, a każdy stres wpływa niekorzystnie na kondycję rośliny. W rolnictwie regeneratywnym staramy się stworzyć jak najlepsze warunki wzrostu gatunku uprawianego zakładając, że im jego kondycja jest lepsza, tym większa możliwość wykorzystania jego naturalnych mechanizmów odpornościowych. Drugim aspektem bardzo ważnym jest to, jakie stanowisko zostawia się pod następnym gatunkiem. Ziemniak poprzez swoją specyfikę uprawy, predysponuje do gatunków zmniejszających zasoby materii organicznej w glebie. Dlatego należy przygotować stanowisko w zmianowaniu tak, aby ziemniaka uprawiać po nawożeniu obornikiem, a jeśli schodzi wcześniej z pola - zasiać poplony. Takie podejście gwarantuje lepsze warunki dla wzrostu ziemniaka oraz to, że po ziemniaku zostanie lepsze stanowisko pod rośliny następcze.



Zdjęcie 1 - Prace melioracyjne gwarantują odpowiednie stosunki powietrzno-wodne pól, które są niezbędne w rolnictwie regeneratywnym



DOBÓR ODMIAN

3.3.2

Ziemniak obecnie uprawiany wywodzi się od dwóch gatunków *Solanum tuberosum* ssp. *andegenum* o czerwonej skórce oraz rogalikowym kształcie bulw pochodzącym z pogranicza Peru oraz Boliwii oraz *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* - u tego gatunku skórka jest biała, a kształt bulw płasko okrągły, a gatunek ten wywodzi się prawdopodobnie z Chile.

W rolnictwie regeneratywnym przy doborze odmian ziemniaka pod uwagę bieżą się kilka cech. Pierwsza z nich to oczywiście przeznaczenie ziemniaka – wyróżnia się odmiany przeznaczone na rynek świeży, przemysł skrobiowy, frytki czy chipsy. Określony kierunek użytkowania niesie za sobą pewne różnice w poziomie nawożenia, zwłaszcza azotowego. I tak na przykład odmiany z przeznaczeniem na frytki mają nieco większe wymagania, co do nawożenia azotowego, niż odmiany na rynek świeży czy chipsy.

Innymi ważnymi cechami jest odporność na choroby. Głównymi patogenami porażającymi ziemniaka są *Phytophthora infestans*, *Alteernaria solani* i *Alternaria alternata*. Wśród odmian dostępnych na rynku występują różnice w poziomie odporności na te patogeny. Odpowiedni dobór odmiany, o wysokiej odporności, może wpływać znacząco na intensywność ochrony przed chorobami. W miarę możliwości należy dobierać odmiany takie, które są średnio lub nisko podatne na porażenie przez te patogeny. A jeśli jest niemożliwe dobranie odpowiednio odpornej odmiany, np. jeśli narzucana nam jest konkretna odmiana przez kontraktującego, należy zwrócić szczególną uwagę podczas lustracji takiej plantacji oraz korzystać z innych narzędzi wczesnej sygnalizacji chorobowej np. modeli chorobowych.

Obecnie podkreśla się znaczenie pochodzenia bulw w nabywaniu odporności roślin na patogeny, a w zasadzie stan roślin rodzicielskich (miejsca z którego otrzymujemy sadzeniaki). Okazuje się, że określona odporność nabyta może być przekazana potomstwu. W przyszłości może nabrać dużego znaczenia pochodzenie sadzeniaków.

Inne choroby występujące na roślinach ziemniaka to czarna nóżka, parch zwykły, przy czym poszczególne odmiany wykazują na nie różną odporność. Tym niemniej mają one mniejsze znaczenie, niż dwie poprzednio wspomniane choroby, dlatego nie bierze się ich pod szczególną uwagę w doborze odmian do uprawy regeneratywnej ziemniaka.

W uprawie ziemniaka występuje również szereg szkodników, które mogą na nim żerować. Jednak pośród odmian nie wykazano istotnych odporności na szkodniki. W odporności na szkodniki większe znaczenie od odmiany ma kondycja roślin oraz stanowisko, np. na lekkiej piaszczystej glebie częściej występują nicienie z rodzaju *Trichodorus*, które są wektorem groźnego wirusa TRV.

Istotną cechą odmian braną pod uwagę w trakcie ich wyboru jest wrażliwość na substancję aktywną metrybuzynę. Poszczególne odmiany wykazują różną wrażliwość na tę substancję. Metrybuzyna jest bardzo przydatną substancją aktywną herbicydów powschodowych w powschodowym zwalczaniu chwastów w ziemniakach. W uprawie regeneratywnej należy odmiany ziemniaka podatne na metrybuzynę lokować na stanowiskach mniej narażonych na zachwaszczenie. Takie postępowanie pozwala na lepsze i bardziej efektywne zwalczanie chwastów, gdyż zastosowanie metrybuzyny często pozwala na zwalczanie powschodowe chwastów.



UPRAWA GLEBY

W uprawie regeneratywnej strategia uprawy gleby, zawiera się w stwierdzeniu: tak mało jak jest możliwe, a zarazem tak dużo jak jest to konieczne.

3.3.3

Takie podejście ma na celu niezbyt intensywne ingerowanie uprawą we właściwości glebowe. Każda uprawa gleby zmienia stosunki panujące w niej, tj. zwiększa porowatość, napowietrzenie oraz częściowo miesza glebę. Należy zdawać sobie sprawę z tego, że właściwości te bezpośrednio wpływają na organizmy żyjące w glebie. Każda uprawa gleby zmienia warunki powietrzno-wodne, a tym samym zaburza równowagę biologiczną, która wytworzyła się w glebie. W uprawie regeneratywnej istotne jest, aby jak najmniej ingerować w tę równowagę. Ponadto każda uprawa gleby zwiększa mineralizację materii organicznej przez napowietrzenie gleby, a my chcemy zachować jej jak najwięcej. Z drugiej strony chcemy również stworzyć jak najlepsze warunki wzrostu dla rośliny uprawianej, bo tylko wtedy nasza uprawiana roślina będzie w dobrej kondycji, będzie bardziej odporna na wszelkie niekorzystne czynniki abiotyczne, jak i biotyczne. Na tym też nam zależy w kontekście późniejszej intensywności ochrony, jak i poziomu i jakości plonu.

Uprawę pod ziemniaka rozpoczyna się tuż po zejściu przedplonu. Pierwszym zabiegiem pod jego uprawę jest nawożenie nawozami naturalnymi, najlepiej w postaci obornika, można również wylać gnojowicę. Zaraz za nawożeniem naturalnym powinna być wykonana uprawa średnia do 15 cm, wraz z ewentualnym siewem poplonów, jeśli uprawiamy ziemniaka na przykład po zbożu (wczesny przedplon). Siew poplonów ma sens do połowy września. Taką uprawę można zrobić kultywátorem do uprawy bezorkowej, część z firm produkujących takie kultywátory daje możliwość połączenia ich z siewnikiem. Rozwiązanie takie jest najbardziej korzystne, gdyż w jednym przejeździe łączy się zarówno siew poplonów jak i uprawę gleby (zdjęcie 2). A tym samym spełniany jest warunek „najmniej jak jest to możliwe”.

Zdjęcie 2 - Agregat uprawowy z możliwością uprawy średniej oraz wysiewu poplonów w jednym przejeździe





Zdjęcie 3 - Wał do cięcia poplonów

Jeśli nie będziemy wysiewać poplonów, bo jest na to zbyt późno, obornik lub gnojowicę należy niezwłocznie przykryć uprawą płytką. Można to wykonać broną talerzową. W przypadku kiedy na polu wysieliśmy poplony, pozostawiamy je do końca wegetacji roślin, następnie niszczymy używając mulczera lub specjalnych wałów, które je tną na małe kawałki (zdjęcie 3). Kolejnym zabiegiem uprawowym jest orka. Generalnie w uprawie regeneratywnej należy unikać uprawy orkowej. Jednak ziemniak jest rośliną, która wymaga dla prawidłowego wzrostu pulchnej gleby oraz odpowiedniej struktury. Zbyt mocno zbity lub zbrylona gleba nie jest właściwa do uprawy ziemniaka. Orka zimowa zarówno odpowiednio spulchnia glebę oraz jeśli jest ona zbrylona, daje możliwości do rozdrobnienia większych brył w ciągu zimy.

Z tego względu orka z reguły jest konieczna, aczkolwiek na niektórych glebach lekkich, niemających tendencji do zbrylania, można z powodzeniem uprawiać ziemniaka bezorkowo. W takim przypadku jednak jesienią należy użyć głębosza, który powinien spulchnić glebę na co najmniej 45 cm. Na wiosnę, jeśli jest to konieczne, należy glebę zawłókować. Włókowanie wykonujemy na polach, na których może być problem ze zbyt mocnym zbrylaniem gleby, jeśli nie jest to konieczne, to rezygnujemy z jej wykonania. Kolejną uprawką jest uprawa na głębokość 18-20 cm. Uprawa ta ma za zadanie przygotować glebę do sadzenia ziemniaków, czyli powinna odpowiednio ją spulchnić oraz rozbić większe bryły. Dobrze przygotowana gleba pod uprawę ziemniaka jest bardzo dobrze spulchniona (zdjęcie 4).



Zdjęcie 4 - Uprawa gleby przed sadzeniem ziemniaków

W wyjątkowych sytuacjach konieczne jest odkamienianie pola. W uprawie ziemniaka zbyt duża ilość kamieni może powodować nadmierne obicia bulw w trakcie zbioru, co wpływa na jakość plonu. W dobrze stanowiącym pod uprawę ziemniaka staramy się wybrać takie pola, które mają mało kamieni. Jeśli zdecydowali-

śmy się na uprawę ziemniaka na stanowisku zakamienionym, należy wykonać odkamienianie. Odkamienianie wykonujemy specjalnymi maszynami na głębokość 20 cm. Po takim zabiegu gleba jest bardzo spulchniona, więc uprawę przed sadzeniem można nieco spłycić.



SADZENIE BULW ZIEMNIAKA

Sadzeniaki ziemniaka w uprawie regeneratywnej muszą bezwzględnie pochodzić z kwalifikowanej plantacji.

3.3.4

Takie sadzeniaki są wolne od chorób, patogenów oraz gwarantują dobrze wyrównane wschody. Z takich sadzeniaków jesteśmy w stanie uzyskać rośliny, które są w dobrej kondycji. Sadzenie materiału niekwalifikowanego może oznaczać duży udział roślin porażonych chorobami wirusowymi, bakteryjnymi oraz grzybowymi. A te są szczególnie groźne, gdyż nie jesteśmy w stanie ich zwalczać, tj. nie ma żadnych skutecznych metod ich zwalczania. Dlatego tak istotna jest prewencja.

Sadzenie bulw ziemniaka rozpoczynamy, gdy gleba ogrzeje się do temperatury ok. 10°C. Sadzenie bulw ziemniaka w zimniejszą glebę powoduje wolniejsze rozwijanie się pędów, które ponadto w większym stopniu narażone są na porażenie przez *Rhizoctonia solani*. Grzyb ten poraża wyrastające z bulwy młode pędy, mocne porażenie może spowodować nawet ich zamieranie. W celu ograniczenia porażenia przez *Rhizoctonia solani* stosuje się odpowiednie preparaty. Najlepiej stosować zaprawianie jednym z preparatów opartym o bakterie z rodzaju *Pseudomonas* sp.



Zdjęcie 5 - Sadzenie ziemniaków

W uprawie ziemniaka stosuje się rozstaw między rzędami 75 cm lub 90 cm. Mniejszą rozstaw (75 cm) stosuje się w uprawach ziemniaków, które przeznaczone są na najwcześniejszy zbiór. Mniejsze redliny gwarantują szybsze ogrzewanie się gleby. Większą rozstaw (90 cm) stosuje się w uprawach przeznaczonych na później-

szy zbiór. W uprawie ziemniaka ilość wysadzanych bulw uzależniona jest od kalibrażu sadzeniaków - im są one większe, tym wysadza się ich mniej. Jednakże niezależnie od kalibrażu, zawsze próbuje się uzyskać obsadę 16 pędów na m². Poniżej zamieszczono tabelę rozstawy.

Tabela 2. Odstęp bulw w redlinie w zależności od różnego kalibrażu bulw

Przedział kalibrażu sadzeniaków [mm]	Średnia liczba pędów wyrastająca z danego kalibrażu sadzeniaka	Obsada roślin [lcz. bulw · m ⁻²]	Liczba pędów docelowych [lczb. pędów · m ⁻²]	Odstęp bulwy w redlinie [cm]	
				Szerokość między rzędami 75 cm	Szerokość między rzędami 90 cm
28 - 35	3	4,9	14,7	27	23
35 - 45	4	4,1	16,4	33	27
45 - 50	4,5	3,6	16,2	37	31

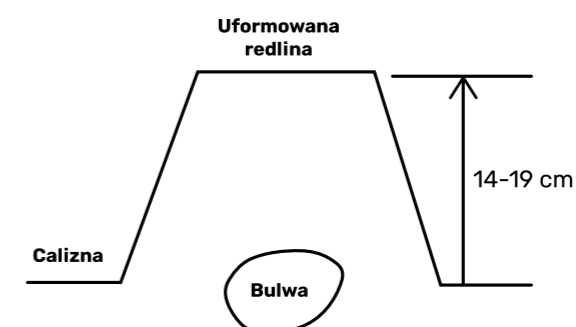
Źródło: Opracowanie własne

W uprawie regeneratywnej ważne jest precyzyjne wysadzenie bulw, tak aby były posadzone w określonej odległości jedna od drugiej. Zbyt gęste lub zbyt rzadkie posadzenie sadzeniaków niesie za sobą problemy. Zbyt gęste sadzenie pociąga za sobą niekorzystne warunki wzrostu pędów i nadmierną konkurencję roślin. Poza tym w łanie roślin zbyt gęsto posadzonych utrzymuje się większa wilgotność liści, co zazwyczaj powoduje większe występowanie chorób. Zbyt rzadkie sadzenie powoduje z kolei mniejszy plon, a tym samym niewykorzystanie wszystkich składników pokarmowych z gleby, co niepotrzebnie obciąża środowisko. Obsada powinna gwarantować właściwą strukturę plonu, w zależności od przeznaczenia plonu – na przykład ziemniaki na frytki są pożądane w rozmiarze od 45-60 mm przy długości ok 10 cm. Jeżeli ziemniaki frytkowe posadzimy zbyt gęsto, uzyskamy zamierzony plon, ale ziemniaki nie będą miały odpowiedniej wielkości.

Kalibraż sadzeniaków jest w pewnym zakresie, to znaczy kalibraż pojedynczych sadzeniaków nie jest identyczny, zatem posadzone bulwy w określonej rozstawie czasem dają różną od oczekiwaną liczbę pędów. Problem ten w dużej mierze rozwiązuje użycie specjalistycznej sadzarki, tak zwanej strukturalnej. Sadzarka ta jest w stanie wysadzać odpowiednio bulwy w zależności od ich wielkości. Proces ten zachodzi automatycznie i sadzarka sama zmienia odstęp bulwy w redlinie w zależności od tego, jakie sadzeniaki aktualnie wysadza.

Podczas sadzenia należy również prawidłowo ustalić głębokość sadzenia. Sadzeniaki powinny być posadzone w taki sposób, żeby bulwa znajdowała się na równym poziomie, jak calizna pomiędzy redlinami. Ziemniak po obredzeniu powinien znajdować się od 14 do 19 cm pod szczytem redliny (rysunek 1)

Rysunek 1. Prawidłowo posadzona bulwa po uformowaniu redlin



NAWADNIANIE

W uprawie regeneratywnej ziemniaka, jak już wspomniano, bardzo ważna jest kondycja roślin, na którą poza prawidłowym odżywieniem roślin czy ochroną, wpływa również gospodarka wodna.

3.3.5

Zmiana klimatu pociąga za sobą okresy zarówno z długimi i dużymi niedoborami wody, jak i ekstremalne okresy ze znacznym jej nadmiarem w siedlisku.

od 10 do aż 50% plonu. Zależy jest to od roku oraz rejonu, który się porównuje.

Ziemniak ma stosunkowo duże wymagania wodne oraz jest wrażliwy na niedobór wody w glebie, zwłaszcza w niektórych fazach wzrostu. W okresie wegetacji ziemniaki potrzebują ogólnie około 200 mm wody, z czego w wielu rejonach z opadu deszczu zapotrzebowanie to pokrywane jest tylko w 50%. Wrażliwość ziemniaka na niedobór wody jest w dużej mierze związana z tym, że ma on dość płytki system korzeniowy oraz uprawiany jest na redlinach, które zwiększają znacząco powierzchnię parowania wody z gleby. W początkowym okresie wzrostu ziemniak wodę pobiera z bulwy matecznej, natomiast wzrost zapotrzebowania na wodę u ziemniaka postępuje wraz ze wzrostem roślin. Fazami krytycznymi niedoboru wody jest początek zawiązywania bulw oraz kwitnienie. Niedobór wody w tych okresach oznacza zmniejszenie plonu roślin oraz pogorszenie jego jakości. Spadek plonu ziemniaka może być w przedziale

Przed uprawą ziemniaka w uprawie regeneratywnej należy zapewnić dostęp do wody, która zostanie wykorzystana do ewentualnego nawadniania. Do nawadniania może posłużyć woda zgromadzona w sztucznych stawach lub woda bezpośrednio pochodząca ze studni. Stworzenie sztucznych zbiorników może odbywać się poprzez spiętrzenie różnych cieków wodnych, kanałów. Stworzone celowo zbiorniki retencyjne (zdjęcie 6 na następnej stronie), poza rezerwuarem wody do deszczowania, pełnią również inne pozytywne funkcje w środowisku rolniczym. Wpływają na poprawę bioróżnorodności, gdyż stawy są siedliskiem bytowania różnych ptaków oraz innych organizmów, często będących pod ochroną. Stawy takie wpływają również na mikroklimat obszaru, na którym się znajdują. Poprawiają bilans wodny poprzez zwiększenie podsiąkania wód gruntowych do warstw powierzchniowych gleby, co może wpływać na inne uprawy znajdujące się w pobliżu zbiorników.



Zdjęcie 6 - Sztuczny zbiornik retencyjny to z jednej strony rezerwar wody do nawadniania, a z drugiej doskonałe siedlisko bytowania dla ptaków i innych organizmów.

Do nawadniania wykorzystać można nawadnianie kropelkowe lub szpulowe. Nawadnianie kropelkowe ma wiele zalet, chociażby lepszą efektywność nawadniania. Jednak metoda ta nie jest stosowana zbyt powszechnie z uwagi na jej duży koszt oraz problemy z rozkładaniem i ponownym użytkowaniem instalacji. Z tego powodu w praktyce do nawadniania ziemniaków wykorzystuje się najczęściej deszczownie szpulowe (zdjęcie 7). Deszczownie te służą do nawadniania napowierzchniowego. W trakcie uprawy ziemniaka do deszczowania zużywa się około 150 mm wody. Obec-

nie trwają prace mające na celu poprawę efektywności wykorzystania deszczowni szpulowych. Prace te skupiają się między innymi nad zastosowaniem precyzyjnego nawadniania deszczownią szpulową. Polegać ma to na tym, że w różnych miejscach na polu będzie podana różna dawka wody. Przed deszczowaniem tworzy się mapę glebową oraz ukształtowania terenu. W miejscach, w których występują zagłębienia terenu przyspiesza się zwijanie deszczowni w celu uniknięcia nadmiernego ich zalania. Z kolei na bardzo słabych glebowo częściach pola można zwiększyć ilość dozowanej wody.



Zdjęcie 7 - Deszczownie szpulowe służące do nawadniania oraz nawadnianie plantacji ziemniaka z wykorzystaniem deszczowni szpulowych



ZMIENNE NAWOŻENIE ROŚLIN I GLEBY

3.3.6

Nawożenie w uprawie regeneratywnej jest bardzo istotne. W podejściu regeneratywnym nawożenie należy opierać bezwzględnie o badania chemiczne gleby.

Badanie to wykonuje się w oparciu o metodę Melicha. Metoda ta umożliwia zbadanie zawartości poszczególnych składników w tym samym roztworze. Można określić również zawartość wapnia, materii organicznej oraz pojemność sorpcyjną gleby i relację ilo-

ściowe poszczególnych jonów wysycających kompleks sorpcyjny. Ma to ogromne znaczenie w ustalaniu ilości i jakości nawożenia. Rozważając nawożenie należy podzielić je na nawożenie nawozami naturalnymi, organicznymi oraz nawożenie mineralne.

Stosowanie nawozów naturalnych i organicznych

W uprawie regeneratywnej stosowanie nawozów naturalnych ma kluczowe znaczenie. W myśl tego nawożenia poza tym, że nawóz naturalny wprowadza składniki pokarmowe do gleby oraz materię organiczną niezbędną dla prawidłowego wzrostu i rozwoju rośliny uprawnej ma jeszcze dodatkową funkcję - pobudza do aktywności wszystkie pozostałe organizmy żyjące w glebie, które wpływają na wzrost rośliny. Zarówno mikroorganizmy, ale również inne organizmy glebowe, jak chociażby dżdżownice, dla swojego wzrostu potrzebują materii organicznej. Związki organiczne staramy się im dostarczać wraz z nawozami naturalnymi.

W uprawie ziemniaka nawozy naturalne powinno się stosować w postaci obornika, najlepiej bydlęcego w ilości 25-35 t·ha⁻¹. Można również zastosować gnojowicę w ilości nie większej niż 20 m³. W przypadku braku możliwości zastosowania obornika lub gnojowicy, można zastosować pomiot kurzy w ilości 6 t·ha⁻¹. Nawozy

naturalne stosujemy zawsze na jesieni, przykrywając je natychmiast po zastosowaniu.

Metodą nawożenia organicznego jest między innymi zastosowanie poplonów na zielony nawóz. Poplony, jak już wspomniano wcześniej w rozdziale o stanowisku i przedplonie, odgrywają istotną rolę w zachowaniu żywych korzeni w glebie, poza tym są również źródłem materii organicznej oraz pośrednio wpływają na zasobność gleby w składniki pokarmowe. Odpowiednio głęboko korzeniące się rośliny wysiane w mieszance poplonowej pobierają składniki z głębszych części gleby, wbudowują je w części swoich tkanek znajdujących się nad powierzchnią gleby, tym samym składniki te nie są wypłukane poza obszar korzenia się roślin. Przykładowy skład takiej mieszanki poplonowej dedykowanej do uprawy ziemniaka przedstawiono w tabeli 3 oraz na zdjęciu 8.

Rolę uprawy poplonów można opisać w następujących punktach:

- Zwiększają dostępność składników pokarmowych
- Zwiększają ilość materii organicznej w glebie
- Zmniejszają erozję gleby (zwłaszcza wietrzną)
- Zmniejszają intensywność zachwaszczenia (poprzez zacienienie gleby i zwiększenie konkurencji nie pozwalają się rozwijać pospolitym chwastom)
- Poprawiają życie biologiczne gleby

Tabela 3. Skład mieszanki poplonowej proponowanej do uprawy ziemniaka

Gatunek	Ilość w mieszance [kg · ha ⁻¹]	Uwagi
Owies	10	Tworzy biomasę, działa fitosanitarnie
Gryka	5	Wpływa korzystnie na gospodarkę fosforową
Słonecznik	10	Gatunek głęboko korzeniący się i wyciąga składniki z głębszych warstw gleby
Rzodkiew	5	Tworzy biomasę
Aksamitka*	3	Ogranicza występowanie nicieni

*Dodawać do mieszanki tylko jeśli jest taka konieczność
Źródło: Opracowanie własne

W nawożeniu organicznym, a w zasadzie w zwiększaniu materii organicznej w glebie znaczenie ma również pozostawianie resztek poźniwnych na polu. W podejściu regeneratywnym należy zostawiać, w miarę możliwości, plon uboczny bezpośrednio na polu i traktować go jako nawóz.

Dodatkowo w celu zwiększenia materii organicznej oraz odżywienia mikroorganizmów żyjących w glebie można zastosować melasę, która zawiera cukry proste. Melasę buraczaną lub inną można dodawać do oprysku herbicydowego, lub podczas nawożenia roślin mikroelementami. Dodawanie melasy, w ilości ok 10 l·ha⁻¹ jest również jedną ze strategii rolnictwa regeneratywnego, wpływającego korzystnie na życie biologiczne gleby.



Zdjęcie 8 - Poplon rosnący na rok przed uprawą ziemniaka

Nawożenie mineralne

W uprawie ziemniaka, nawożenie mineralne należy stosować w formie precyzyjnej (zdjęcie 9). W celu wykonania takiego nawożenia należy posiadać:

■ odpowiednie narzędzia wyposażone w urządzenie GPS oraz rozsiewacz wyposażony w funkcję

przeznaczoną do nawożenia precyzyjnego, który między innymi musi posiadać wagę

■ mapę zasobności gleb w składniki pokarmowe

■ inne źródła informacji o zmienności polowej



Zdjęcie 9 - Precyzyjny wysiew nawozu - na drugim planie widać mapkę aplikacyjną, różne kolory odpowiadają różnej dawce wysiewu nawozu.

W standardowym nawożeniu precyzyjnym pierwsze dwa punkty nie zaskakują. Trzeci punkt, tj. inne źródła informacji o zmienności polowej, dotyczy między innymi informacji na temat zmienności składu granulometrycznego gleby. Informacji dotyczących uziarnienia gleby na polu mogą nam dostarczyć usługodawcy skanujący glebę. Istotnym źródłem informacji o glebie są również zdjęcia satelitarne, a głównie te oparte o technikę NDVI (indeks zieloności liści). Zdjęcia NDVI do planowania nawożenia mineralnego w ziemniaku należy wykorzystać z poprzedniej uprawy i tam obserwować różnice w zieloności roślin (w poprzednim sezonie we-

getacyjnym) i później korygować nawożenie mineralne w ziemniaku.

Również przydatna może być informacja dotycząca mapy plonu - tu również korzystamy (w miarę możliwości) z map plonów roślin poprzedzających uprawę ziemniaka. Jak pisano w rozdziale „wprowadzenie do uprawy regeneratywnej”, poszczególne gatunki uprawiane stanowią tylko pewną część, która stanowi całość podejścia regeneratywnego do uprawy gleby. Widać tu właśnie to całościowe podejście do tego tematu.

Nawożenie azotowe

Nawożenie azotowe należy rozpatrywać pod względem wymagań względem tego składnika poszczególnych odmian ziemniaka. Można wyróżnić odmiany o wymaganiach małych 80-100 kg N·ha⁻¹, średnich 120-150 kg N·ha⁻¹ oraz dużych 200-250 kg N·ha⁻¹ (dawki dla uprawy ziemniaka z nawodnieniem). Azot jest ważnym składnikiem plonotwórczym w uprawie ziemniaka. Jednakże przenawożenie tym składnikiem może powodować nadmierną wybujałość roślin, co skutkuje większą wrażliwością na choroby, pogorszeniem jakości bulw ziemniaka – na przykład zwiększać zawartość cukrów redukujących w bulwach, a cukry te są niekorzystne w przemyśle, w którym bulwy podlegają smażeniu. Dlatego w momencie planowania nawożenia azotowego pod uprawę ziemniaka w podejściu regeneratywnym należy wykonać wiosną analizę laboratoryjną zawartości

azotu mineralnego w glebie, należy uwzględnić również wspomniane wcześniej mapy plonowania przedplonu oraz mapy NDVI z poprzedniej uprawy. W razie wysokich zasobności gleby w ten składnik, oraz jeśli mapy NDVI oraz plonowania rośliny poprzedzającej uprawę ziemniaka wskazują na niewykorzystanie w pełni tego składnika, należy zrezygnować z nawożenia azotowego lub ograniczyć je tylko do określonych części pola. Zaleca się również nie stosować całej dawki nawożenia azotowego od razu - korzystnie jest podzielić ją na dwie części i pierwszą zastosować tuż przed sadzeniem, a drugą w trakcie wegetacji. Podział ten pozwala na ewentualną korektę drugiej dawki. Jeśli chodzi o rodzaj nawozu to w uprawie regeneratywnej polecany jest RSM, RSMS, mocznik lub saletrosan w pierwszej dawce, a RSM lub RSMS w drugiej.

Nawożenie potasowe

Ziemniak pobiera ok 6 kg K₂O na wytworzenie 1 tony bulw. Jak łatwo obliczyć, na wyprodukowanie 50 ton bulw ziemniak pobierze zatem około 300 kg tego składnika z gleby, czyli jest to bardzo duża ilość. Nawożenie potasowe planuje się w oparciu o mapy zasobności gleb oraz o planowany plon. Przykładowe dawki potasu

podane są w tabeli 4. W tabeli 4 przedstawiono nawożenie potasowe przy zastosowaniu nawożenia obornikiem. Natomiast jeśli nie zastosowano takiego nawożenia, wartości te należy zwiększyć o ok. 20% w stosunku do każdej z poszczególnych klas zasobności.

Tabela 4. Wartości nawozowe K₂O w uprawie ziemniaka w zależności od zawartości tego składnika w glebie w przypadku zastosowania nawozów naturalnych

Zakładany plon bulw ziemniaka [t · ha ⁻¹]	Zawartość K ₂ O w glebie				
	Bardzo niska	Niska	Średnia	Wysoka	Bardzo wysoka
30	160	140	110	70	40
40	220	190	150	100	50
50	270	240	180	120	60

Źródło: Opracowanie własne

Biorąc pod uwagę dobór rodzaju nawozu potasowego, to preferowany jest nawóz w postaci siarczanu potasu. Mniej polecana jest sól potasowa. Generalnie chlorki nie są pożądane w nawożeniu w uprawach regeneratywnych, gdyż w glebie mogą tworzyć rozpuszczalną sól - chlorek wapnia i w ten sposób przyczyniać się do wypłukiwania wapnia do głębszych poziomów gleby.

Jak wspomniano w rozdziale 3.3.9, wapń ma szczególne znaczenie w uprawie regeneratywnej, więc jego straty z gleby są bardzo niekorzystne. Nawożenie potasowe dzieli się na nawożenie jesienne oraz wiosenne w ilości 40% na jesieni i 60% na wiosnę. W przypadku decyzji o stosowaniu soli potasowej, należy ją zastosować tylko na jesieni, unikając stosowania na wiosnę.

Nawożenie fosforowe

Ziemniak do wytworzenia plonu bulw w ilości 50 ton potrzebuje ok. 65 kg P_2O_5 . W porównaniu do potasu nie są to duże ilości. W przypadku nawożenia tym makroskładnikiem oraz uwzględniając jego słabą mobilność w glebie oraz przy ciągłym nawożeniu nawozami naturalnymi, co jest jedną z podstawowych praktyk re-

generatywnych, często okazuje się że, zasobność gleb w fosfor jest wysoka lub bardzo wysoka. W takim przypadku można zrezygnować z nawożenia mineralnego tym składnikiem. W przypadku mniejszych zasobności gleb w fosfor należy zastosować nawożenia fosforowe w ilości wskazanej w tabeli 5.

Tabela 5. Wartości nawozowe P_2O_5 w uprawie ziemniaka w zależności od zawartości tego składnika w glebie w przypadku zastosowania nawozów naturalnych

Zakładany plon bulw ziemniaka [t · ha ⁻¹]	Zawartość P_2O_5 w glebie				
	Bardzo niska	Niska	Średnia	Wysoka	Bardzo wysoka
30	120	80	50	40	30
40	160	100	65	50	40
50	200	130	80	65	50

Źródło: Opracowanie własne

Do nawożenia można użyć superfosfaty, polidap. Przy tym składniku preferowane jest również precyzyjne na-

wożenie z uwzględnieniem zasobności gleb na poszczególnych częściach pola.

Nawożenie siarkowe

Siarka jest istotnym składnikiem roślinnym, wchodzi w skład wielu białek, w roślinie zwiększa zawartość suchej masy. Z gleby siarkę roślina pobiera w formie anionu. Aniony są ujemnie naładowane, z tego powodu nie są tak jak kationy zatrzymywane przez kompleks sorpcyjny, który również ma ładunek ujemny. Siarka jest więc składnikiem łatwo przemieszczającym się w glebie i tym samym ciężko oznaczyć jej zmienną zasobność

w glebie. W rolnictwie regeneratywnym nawożenie tym składnikiem wykonuje się w oparciu o nawożenie azotowe, bowiem roślina nie jest w stanie przyswoić azotu, jeśli nie ma dostępu do siarki. Na każdy 1 kg N powinno zastosować się ok 0,25 kg siarki (4-krotnie mniej niż azotu). Do nawożenia siarką używa się nawozów, takich jak: saletrosan (zawiera również azot), RSMS, siarczan potasu lub kizeryt.

Nawożenie magnezowe

W uprawie ziemniaka magnez odgrywa istotną rolę, gdyż zwiększa zawartość suchej masy, jest również niezbędny podczas fotosyntezy. Na wytworzenie 50 t plonu bulw ziemniak pobiera około 25 kg MgO. W planowaniu nawożenia tym składnikiem należy opierać się o analizę chemiczną gleby – bowiem zbyt duża jego zawartość w glebie zmniejsza pobieranie potasu.

Dlatego wskutek przenawożenia tym składnikiem można zablokować pobieranie potasu. Często zdarza się, że zawartość magnezu w glebie jest optymalna - w takim przypadku rezygnujemy z nawożenia tym składnikiem. W przypadku niskiej zasobności gleb w magnez można zastosować kizeryt.

Nawożenie mikroelementami

Nawożenie mikroelementami w uprawie ziemniaka odbywa w 3 terminach. Pierwszy przypada na okres, gdy ziemniaki zakrywają międzyrzędzia, drugi, gdy rośliny rozpoczynają zawiązywanie bulw (kwitnienie), trzeci, gdy kwiaty zawiązują owoce. Mikroelementami

nawozimy roślinę, tj. stosujemy je w postaci roztworu. Mikroelementy stosowane w uprawie ziemniaka to: B, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo. W trakcie wykonywania nawożenia mikroelementami do roztworu można dodać melasę.



OCHRONA PRZED SZKODNIKAMI I CHOROBYMI

3.3.7

W podejściu regeneratywnym do ochrony roślin poza stosowaniem klasycznych środków ochrony roślin, istotną rolę ma zastosowanie środków prewencyjnych.

W ochronie przed szkodnikami znaczenie mają również zadrzewienia śródpolne (zdjęcie 10). Zadrzewienia takie są naturalnym siedliskiem pożytecznych organizmów, które często są drapieżnikami w stosunku do szkodników upraw. Na przykład zadrzewienia śródpolne dają ostoję drapieżnym ptakom, które później polują na gryzonie na sąsiadujących z zadrzewieniami

polach, podobnie jest z pożyteczną entomofauną. Poza zadrzewieniami śródpolnymi, znaczenie jako korzystne siedlisko dla pożytecznych organizmów mają również cieki wodne, zarówno te duże, jak i te małe. W podejściu regeneratywnym dba się o nie oraz utrzymuje się je w dobrym stanie (zdjęcie 11).



Zdjęcie 10 - Zadrzewienia śródpolne są naturalnym schronieniem dla pożytecznych organizmów



W ochronie roślin istotne znaczenie ma również kondycja rośliny uprawianej. Wszystkie zabiegi, techniki regeneratywne w istocie wpływają na polepszenie kondycji uprawianej rośliny. Bezpośrednia ochrona roślin ma być tylko uzupełnieniem wszystkich innych zabie-

gów zastosowanych po to, by poprawić kondycję roślin. Należy sobie zdawać sprawę z tego, że zastosowanie chemicznych środków ochrony roślin jest ostatecznym rozwiązaniem.



Zdjęcie 11 - Prawidłowe utrzymanie zbiorników wodnych jako przykład stwarzania odpowiednich warunków dla życia ptaków wodnych



Ochrona przed szkodnikami

Szkodniki mające istotne znaczenie w uprawie ziemniaka to:

nicienie

stonka ziemniaczana

szkodniki glebowe drutowce

mszyce

W ograniczeniu występowania nicieni duże znaczenie ma płodozmian. Ziemniaki nie powinny być uprawiane po roślinach kapustnych, zwłaszcza jeśli istnieje podejrzenie, że na danym polu może wystąpić problem z nicieniami. Podobną ostrożność należy zachować, jeśli decydujemy się na uprawę ziemniaka po roślinach okopowych. W celu określenia występowania nicieni w glebie, należy wykonać test laboratoryjny. Groźnymi gatunkami nicieni w uprawie ziemniaka są mątwiki, niszczyk zjadliwy, czy trichodorus. Szkodliwość tego ostatniego wynika z tego, że jest on wektorem wirusa TRV, który powoduje przebarwienie miąższu ziemniaka. W walce z nicieniami, poza płodozmiannem, pomocne może okazać się wysiewanie w poplonie roślin ograniczających występowanie nicieni. Do roślin takich zaliczyć można aksamitki - rośliny te należy wysiewać w mieszance poplonowej z innymi gatunkami w ilości 3 kg·ha⁻¹, czy gatunki mątwikobójcze. Inną metodą jest walka chemiczna - na rynku jest kilka środków zwalczających nicienie, za-

wsze należy je stosować zgodnie z zaleceniami podanymi na etykiecie.

Poza metodami prewencyjnymi, w zwalczaniu szkodników ziemniaka wykorzystuje się środki ochrony roślin. Najgroźniejszym szkodnikiem w uprawie ziemniaka jest stonka ziemniaczana, która niestety w warunkach europejskich nie ma skutecznych wrogów naturalnych, poza ptakami, które w niektórych latach mogą przyczynić się do istotnego ograniczenia występowania tego szkodnika. Ptakami krajobrazu rolniczego, które żywią się stonką ziemniaczaną, są między innymi kurapatwy i bażanty. Stonka jako gatunek owada pochodzący z Ameryki Północnej, ma tam swoich wrogów naturalnych, których niestety nie udało się z sukcesem wprowadzić do warunków europejskich. Z tego powodu w większości przypadków do zwalczania stonki wykorzystuje się klasyczne chemiczne środki ochrony roślin.

Ochrona przed chorobami

W rozdziale o doborze odmian wspomniano, że jedną z metod ograniczenia występowania chorób na plantacji ziemniaka jest odpowiedni dobór odmiany, odpornej na dany organizm patogeniczny. Z metod

niechemicznych zwalczania chorób jest to jedna z podstawowych. Jednak z różnych przyczyn nie zawsze jest możliwy odpowiedni dobór odmian.

W uprawie ziemniaka istotne gospodarczo choroby, wywoływane przez różne patogeny to:

rizoktonioza

parch zwykły

zaraza ziemniaka

czarna nóżka

alternarioza

Choroby te mogą przenosić się z materiałem sadzeniakowym. Z tego powodu duże znaczenie w ograniczeniu występowania tych chorób ma kupno kwalifikowanych sadzeniaków. W uprawie regeneratywnej sadzi się tylko materiał kwalifikowany dobrej jakości.

W ograniczeniu występowania rizoktoniozy znaczenie ma, poza dobrymi jakościowo sadzeniakami, również odpowiedni płodozmian. W celu ograniczenia występowania tej choroby można stosować również zaprawianie chemiczne bulw. Należy jednak pamiętać że, zaprawianie takie może skutkować wolniejszym wzrostem początkowym ziemniaka. Poza chemicznymi środkami dostępną są również środki biologiczne, oparte o bakterie, które nie wywołują zahamowania wzrostu roślin. Można również sadzić ziemniaki nieco później, aby po posadzeniu ziemniaka gleba posiadała wyższą temperaturę. W wyższej temperaturze następuje szybszy i bardziej wyrównany wzrost pędów, co ogranicza porażenie przez rizoktoniozę.

Zaraza ziemniaka jest bardzo groźną chorobą, mogąca całkowicie zniszczyć uprawę ziemniaka. W metodach niechemicznych walki z tą chorobą ma znaczenie dobór odmian oraz kwalifikowany materiał sadzeniakowy. Jednak podstawową metodą ograniczania występowania zarazy ziemniaka jest metoda chemiczna. Na ryn-

ku znajduje się wiele substancji aktywnych używanych do jej ograniczania. Należy je stosować przemiennie tak, aby nie wystąpiła odporność nabyta roślin ziemniaka. W stosowaniu środków ochrony roślin w uprawie regeneratywnej przeciw zarazie ziemniaka zastosowanie ma model chorobowy, który wskazuje poziom zagrożenia. Model ten jest oparty o parametry środowiskowe takie jak temperatura, wilgotność, prędkość wiatru, długość zwilżenia liścia itp. Mając takie dane, model ten wskazuje ryzyko wystąpienia zagrożenia ze strony zarazy ziemniaka. Zabieg chemiczny powinno wykonywać się wówczas, kiedy stwierdzone jest duże zagrożenie wystąpienia choroby.

W podobny sposób opiera się decyzję o wykonaniu oprysku przeciw alternariozie, czyli w oparciu o odpowiedni model chorobowy. Alternarioza jest to również choroba, która może rozwijać się na polu, jak i później, w przechowalni.

Parch zwykły oraz czarna nóżka to choroby wywoływane przez bakterie. W ograniczeniu występowania tych patogenów znaczenie ma odpowiednio dobrany płodozmian oraz dobra jakość sadzeniaków. W przypadku ryzyka wystąpienia parcha zwykłego znaczenie ma odpowiednio wysokie uwilgotnienie gleby w okresie inicjacji zawiązywania bulw.

Ochrona przed chwastami

W ograniczeniu występowania zachwaszczenia w uprawie ziemniaka istotne znaczenie ma metoda mechaniczna. Uprawa wiosenna niszczy chwasty wschodzące w tym okresie i wcześniejszym. W ograniczeniu występowania zachwaszczenia ma również znaczenie zastosowanie poplonów. Jak już wspomniano wcześniej, poplony zasiane po uprawie poprzedzającej uprawę ziemniaka są konkurencją dla pospolitych chwastów, ograniczają ich wschody. Poza metodami niechemicznymi w uprawie regeneratywnej zalecane jest stosowanie metody chemicznej. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę na warunki, w których wykonuje się zabieg chemiczny. W uprawie regeneratywnej podstawowe znaczenie ma zabieg przedwschodowy, który należy wy-

konać zaraz po uformowaniu redlin. Zabieg ten powinien w zasadniczym stopniu zwalczyć większość chwastów. Zabiegi powschodowe są tylko uzupełnieniem pierwszego zabiegu i nie wykonuje się ich na wszystkich polach - jedynie tam, gdzie zachodzi konieczność. Czasami zabieg powschodowy wykonujemy tylko na części pola, a w oznaczeniu poziomu zachwaszczenia wtórnego może nam pomóc zdjęcie satelitarne w technologii NDVI. Na zdjęciu tym w miejscach bardziej zachwaszczonych poziom zieloności jest większy niż na innych częściach pola. Następnie tylko w miejscach o zdiagnozowanej większej intensywności zachwaszczenia wykonuje się zabieg powschodowy.



ZBIÓR I PRZECHOWANIE

3.3.8

Zbiór ziemniaka w podejściu regeneratywnym nie różni się istotnie od zbioru w uprawie konwencjonalnej ziemniaka.

Przygotowanie do zbioru można rozpatrywać z punktu widzenia rośliny ziemniaka oraz stanowiska i samego procesu zbioru. W kontekście przygotowania rośliny, szczególnie istotne jest przygotowanie jej przed zbiorem, zwłaszcza jeśli jest z przeznaczeniem do przechowywania. Takie rośliny powinny być wcześniej zdesykwowane, a przed desykacją należy wykonać zabieg przeciw zarazie ziemniaka z użyciem środków, które ograniczają powstawanie zarodników pływkowych (np. z użyciem cyjazofamidu). W celu ograniczenia kiełkowania ziemniaków w przechowalni można wykonać zabieg z użyciem inhibitora kiełkowania w oparciu o hydrazyd melaninowy. Zabieg ten należy wykonać w momencie, w którym co najmniej 80% liści ziemniaka jest jeszcze żywych. Jeśli chodzi o stanowisko oraz sam zbiór, to czasami, gdy jest zbyt sucho i na polu jest dużo brył, które mogą powodować nadmierne obicia bulw, należy takie pole zdeszczować przed zbiorem. Zabieg ten ułatwi zbiór ziemniaków oraz ograniczy obijanie bulw ziemniaka. Istotne jest również odpowiednie ustawienie kombajnu, wyeliminowanie wszystkich nieprawidłowości, które

mogą zagrażać zbyt dużym obiciem bulw ziemniaków, co wpływa na ich jakość oraz wartość przechowalniczą. W trakcie zbioru do sprawdzenia poprawnych ustawień kombajnu wykorzystuje się sztuczną bulwę ziemniaka. Jest to elektroniczna bulwa uzbrojona w sensory, którą wkłada się w redlinę, następnie bulwa ta zostaje zebrana przez kombajn i przechodzi przez elementy robocze kombajnu i cały proces zbioru, ostatecznie lądując w przechowalni. Następnie na wykresie komputerowym można zidentyfikować miejsca w procesie zbioru, w których bulwy są szczególnie narażone na obicia. We wskazanych miejscach należy skorygować ustawienia kombajnu, np. zmniejszyć prędkość taśmy, zwiększyć ilość gleby na taśmie, lub zmniejszyć wysokości z których spadają ziemniaki na taśmie transportowej w przechowalni. W regeneratywnej uprawie ziemniaka istotne jest również to, aby uzyskać dane dotyczące plonowania w konkretnym miejscu pola, aby stworzyć mapę plonowania. Nowoczesne kombajny mają taką możliwość, należy z niej korzystać.

Zanim bulwy ziemniaka trafią do przechowalni, należy je odpowiednio przygotować. W celu wyeliminowania zagrożenia patogenami, które mogą pozostać w przechowalni z poprzedniego roku, przechowalnię należy zdezynfekować, używając do tego odpowiedniego środka dezynfekującego, na przykład sporządzanego w oparciu o wodę utlenioną. Zabieg ten jest zabiegiem prewencyjnym, zmniejszającym ryzyko wystąpienia zgnilizn przechowalniczych bulw, tym samym przyczynia się do lepszej ich jakości.

W trakcie przechowywania ziemniaków wyróżniamy dwa etapy: suszenie, gojenie oraz schładzanie i przechowywanie. Pierwszy etap rozpoczyna się od razu, jak tylko bulwy ziemniaka trafią do przechowalni i przebiega w wyższych temperaturach, około 13-15°C i wilgotności względnej około 97%. Po etapie suszenia i gojenia, który trwa do 3 tygodni, w zależności od tego, jakie ziemniaki trafiają do przechowalni, następuje proces schładzania, a następnie przechowywania. Tempe-

ratura przechowywania zależy od przeznaczenia bulw ziemniaków. Ziemniaki jadalne przechowuje się w temperaturze ok. 4-5°C, natomiast bulwy przeznaczone na frytki czy chipsy przechowuje się w wyższych temperaturach, około 10°C. Różnica ta jest podyktowana zachowaniem bulw ziemniaków w niższych temperaturach. Okazuje się, że w niskich temperaturach bulwa ziemniaka odkłada w swoich tkankach więcej cukrów prostych, a cukry te nie są pożądane w bulwach, mających przejść proces smażenia. Natomiast w bulwach z przeznaczeniem na rynek świeży, cukry te nie mają tak dużego znaczenia. Z temperaturą przechowywania wiąże się również kiełkowanie bulw. W przechowalnictwie ziemniaka istotne jest, aby bulwy nie kiełkowały. Kiełkowanie jest intensywniejsze w wyższych temperaturach, stąd bulwy ziemniaka przechowywane w temp 10°C po okresie spoczynku rozpoczynają kiełkowanie. W celu zapobiegania kiełkowaniu, należy wykonać zabieg z użyciem środka hamującego kiełkowanie. Środki te podaje się z użyciem zamgławiania.



Zdjęcie 12 - Zbiór ziemniaków



Zdjęcie 13 - Załadunek przechowalni ziemniaczanej



REGULACJA PH ORAZ ROLA WAPNIA W UPRAWIE REGENERATYWNEJ ZIEMNIAKA

3.3.9

Ziemniak jest gatunkiem, który nie ma specjalnie dużych wymagań co do odczynu gleby. Może być uprawiany na glebach o zakresie pH od 5,5 do 6,5.

Bardziej kwaśny odczyn gleby może jednak powodować niekorzystny wzrost korzeni, wystąpienie nadmiernej ilości dostępnych mikroelementów, a tym samym ich fitotoksyczne działanie. Z kolei w pH większym niż 6,5 istnieje większe ryzyko wystąpienia parcha zwykłego na bulwach, a tym samym pogorszenie ich jakości. Wiadomo, że na wartość pH gleby wpływają jony zasadowe, takie jak Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ . Z pierwiastków tych, jak wspomniano wcześniej, bardzo istotnym z punktu widzenia uprawy regeneratywnej jest wapń. Wapń spełnia wiele ważnych funkcji w życiu każdej rośliny. Pierwsza funkcja to odżywienie rośliny - wapń bowiem jest pierwiastkiem, który jest makroelementem i wpływa istotnie na odporność roślin, bierze udział w prawidłowym ukształtowaniu struktury ściany komórkowej. Ściana komórkowa roślin jest pierwszą naturalną warstwą ochroną roślin przed środowiskiem zewnętrznym. Wapń jest pierwiastkiem biorącym udział w regulacji procesów fizjologicznych wewnątrz komórki i jedynym pierwiastkiem, który roślina pobiera w tendencji wzrostowej do końca wegetacji. Drugą funkcją wapnia jest regulacja pH gleby. Odpowiedni odczyn gleby jest bardzo istotny w uprawie każdej rośliny, ma również wpływ na dostępność poszczególnych składników pokarmowych dla roślin. Zbyt wysokie pH powoduje niedostępność mikroelementów (poza Mo), z kolei zbyt niskie, powoduje uwalnianie toksycznych jonów glinu oraz nadmierną podaż mikroelementów, co wpływa niekorzystnie na stan fizjologiczny uprawianej rośliny. Ponadto wartość pH stwarza również reżim środowiskowy dla rozwoju wszystkich organizmów glebowych. Niska wartość pH gleby jest niekorzystna dla rozwoju dżdżownic oraz korzystnych bakterii, a działalność tych organizmów jest szczególnie istotna w uprawie regeneracyjnej. Ponadto wapń pełni funkcję jako pierwiastek

spajający cząstki mineralne oraz organiczne budujące glebę – jest środkiem cementującym agregaty glebowe. Obecność wapnia w glebie wpływa na wykształcanie się w glebie dobrze rozwiniętej, stabilnej struktury, a ta jest bardzo istotna w utrzymaniu odpowiedniej kultury gleby.

Z uwagi na tę wieloraką funkcję wapnia w uprawie regeneratywnej, należy szczególnie uwzględnić nawożenie gleby oraz roślin tym pierwiastkiem. Oczywiście w sytuacji, w której musimy uregulować pH, gdy odczyn gleby jest zbyt kwaśny, wtedy do nawożenia używamy wapna. Rodzaj wapna nawozowego, którego używamy, jest bardzo istotny. Dla celów odkwaszających stosujemy wapno kredowe lub cukrownicze. Wapna te są stosunkowo szybko działające, to znaczy są aktywne w glebie w krótkim czasie po ich zastosowaniu, a w regulacji odczynu na tym nam zależy. Do szybkiej regulacji odczynu nieodpowiednie jest wapno dolomitowe, które działa stosunkowo wolno.

Pojawia się pytanie: co robić w sytuacji, jeśli mamy odpowiednie pH gleby, czy wtedy nie stosować nawozów wapniowych? W podejściu regeneratywnym, w takim przypadku, nie należy rezygnować z nawożenia tym składnikiem. W tej sytuacji możemy użyć siarczanu wapnia (gipsu) lub saletry wapniowej. Siarczan wapnia należy stosować tuż po zbiorze uprawy poprzedzającej uprawę ziemniaka. Tak wczesne stosowanie tego nawozu jest konieczne, gdyż siarczan wapnia jest stosunkowo słabo rozpuszczalny. Saletrę wapniową można stosować podczas zabiegów chemicznych bezpośrednio na roślinę. W podejściu regeneratywnym do uprawy ziemniaka zaleca się stosować saletrę wapniową przy każdym nawożeniu mikroelementowym.



ZESTAWIENIE PRAKTYK I ANALIZA KORZYŚCI

3.4

W podejściu regeneratywnym do uprawy ziemniaka, jak i każdej innej uprawy, należy zdawać sobie sprawę, że jest to podejście całościowe do uprawy roślin w gospodarstwie.

Nie da się osiągnąć pełnych celów, realizując praktyki regeneratywne tylko w uprawie jednego gatunku, a w innych już nie. Pełen sukces w prowadzeniu praktyk

regeneratywnych osiągnie się poprzez stosowanie ich w każdej uprawie.

W aspekcie uprawy ziemniaka w podejściu regeneratywnym należy wymienić kilka istotnych punktów:

■ wybierając stanowisko pod uprawę, należy uwzględnić ukształtowanie terenu, ponadto należy określić zasobność gleby w określone składniki pokarmowe metodą Melicha oraz ustalić właściwe zmianowanie w celu zapobiegania rozwojowi chorób oraz jednostronnego wykorzystania składników pokarmowych

■ zaburzać równowagę biologiczną gleb, a z drugiej strony zapewnić odpowiednie warunki dla rozwoju rośliny uprawianej

■ należy bezwzględnie uprawiać poplony o określonym składzie gatunkowym roślin w celu wprowadzenia dodatkowej masy organicznej do gleby; ograniczyć erozję gleby

■ w kontekście ochrony roślin plantację należy prowadzić w taki sposób, aby kondycja roślin ziemniaka była jak najlepsza, bo im rośliny są w lepszej kondycji, tym są bardziej odporne na niekorzystne czynniki zewnętrzne; należy również zadbać o określone otoczenie pól, takie jak zadrzewienia śródpolne czy zbiorniki wodne, które sprzyjają występowaniu pożytecznych z rolniczego punktu widzenia organizmów

■ należy również tam gdzie jest to możliwe stosować nawozy naturalne takie jak obornik, gnojowica

■ należy pamiętać o odpowiednim poziomie wapnia w glebie – często niedocenianym makroelementem

■ do uprawy gleby należy podejść z rozważą oraz z myślą o jej życiu biologicznym, tak aby jak najmniej

Niewątpliwą korzyścią z prowadzenia praktyk regeneratywnych jest to, że dzięki nim gleba na polach staje się coraz zdrowsza, a dzięki temu jesteśmy w stanie osiągać lepsze wyniki produkcyjne oraz bardziej wyrównane plonowanie pomiędzy poszczególnymi latami, w zmiennych warunkach środowiska.

W uprawie regeneratywnej staramy się stwarzać jak najlepsze warunki wzrostu roślin ziemniaka, co skutkuje jego lepszą kondycją, a w konsekwencji mniejszym zużyciem środków ochrony roślin, co zmniejsza koszty uprawy oraz wpływa korzystnie na środowisko. Możliwe jest również zmniejszenie kosztów nawożenia poprzez zastosowanie technik precyzyjnego dawkowania nawozów.

Jednym z efektów prowadzenia praktyk regeneratywnych w uprawie ziemniaka jest zmniejszenie spadku zawartości materii organicznej w glebie w porównaniu do uprawy konwencjonalnej tej rośliny. Więcej materii organicznej w glebie to mniej dwutlenku węgla obecnego w atmosferze. Podnosząc zawartość materii organicznej w glebie o 1 % wiążemy od 60 do 70 ton dwutlenku węgla.

Wszystkie zabiegi regeneratywne mają na celu poprawę stanu środowiska naturalnego, plonowania roślin przy jednoczesnym obniżeniu kosztów produkcji i uzyskaniu wysokiej jakości zdrowego produktu finalnego.

Autor:
dr. Marcin Markowicz

Recenzja:
Dr hab. Anna Tratwal, prof. IOR PIB

04

SOJA

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO



ZNACZENIE GOSPODARCZE

4.1

Soja jest uważana za jedną z najważniejszych roślin uprawnych na świecie. Pod względem areału uprawy soja jest czwartą rośliną świata po pszenicy, kukurydzy i ryżu (FAO).

Unikalny skład chemiczny nasion związany z dużą zawartością białka i tłuszczu oraz małą włókna sprawia, że wykorzystanie soi jest wszechstronne. **Wartość biologiczna białka soi jest bardzo wysoka, gdyż jest zbliżona do mięsa wołowego** (Kotecki i in., 2020).

Ze względu na kierunek wykorzystania, soja zaliczana jest do grupy roślin oleistych, pomimo, że należy do rodziny bobowate grubonasienne, która liczy blisko 20 tys. gatunków, a ich wspólną cechą jest współżycie z bakteriami brodawkowymi. Uprawa soi jest zdominowana przez USA, Brazylię i Argentynę, na które przypada ponad 70% światowego areału uprawy i ponad 80% światowej produkcji (Kotecki i in., 2020).

Według amerykańskich badań powodzenie uprawy soi zależy od układu warunków atmosferycznych, rodzaju gleby i genotypu (Haegele, Below 2013). Uprawa soi, w odróżnieniu od zbóż i rzepaku, charakteryzuje się krótkim okresem zwrotu zainwestowanych środków finansowych. Do jej uprawy i zbioru wykorzystywany jest ten sam park maszynowy, jak przy uprawie zbóż. Nasiona po zbiorze, w niektórych, szczególnie wilgotnych latach, mogą wymagać dosuszenia, jednak nie w takim stopniu jak ziarno kukurydzy. Uprawa soi dobrze wpisuje się w system organizacyjny gospodarstw.

Istnieje wiele korzyści, jakie rolnik może osiągnąć poprzez uprawę soi. Dzięki wiązaniu N_2 na drodze

symbiozy z bakteriami brodawkowymi, rośliny soi wykazują zmniejszone zapotrzebowanie na nawożenie N-mineralnym, poza tym N_2 wiązany przez bakterie nie jest tak szybko wypłukiwany z gleby jak N-mineralny, co daje bardziej stabilną pulę azotu w glebie. Redukcja nawożenia mineralnego azotem pozwala na obniżenie kosztów produkcji i potencjału zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Ponadto soja nie wyczerpuje z gleby takich ilości wody jak kukurydza, burak, rzepak, co może mieć znaczenie w latach o niedoborach opadów.

Soja jest cenną rośliną przedplonową, co wynika z jej korzystnego wpływu na żyzność i strukturę gleby. Głęboki i silnie rozwinięty system korzeniowy dobrze drenuje glebę i pobiera z głębszych warstw wypłukany potas i azot, a także uwalnia i pobiera związany chemicznie z minerałami, niedostępny dla innych roślin fosfor.

Uprawa soi przynosi wiele korzyści w zmianowaniu, pozostawia bardzo dobre warunki do uprawy zbóż, rzepaku czy kukurydzy, powoduje redukcję chorób i szkodników na nich występujących. Ponadto powoduje mobilizację fosforu z form nieprzyswajalnych i zwiększoną kolonizację mikoryzową następnej rośliny uprawnej, prowadzącą do zwiększonego wychwytu fosforu (Kotecki i in., 2020).



WYMAGANIA GLEBOWE

4.2

Soja wymaga gleb średniozwięzłych o dobrych stosunkach powietrzno-wodnych i strukturze, nie toleruje gleb podmokłych, ciężkich iłów i głębokich piasków (Herse i Szyrmer 1968, Peevy i wsp. 1972).

Do jej uprawy powinno przeznaczać się gleby żyzne, w wysokiej kulturze oraz dobrych właściwościach fizycznych. Grunty pod soję powinny być ciepłe, przewiewne oraz dobrze utrzymujące wilgoć. Gleby zbyt zwięzłe są mniej przydatne do jej uprawy, gdyż w takich warunkach kiełkowanie nasion i wschody roślin są utrudnione. Soja nie znosi gleb kwaśnych, najbardziej odpowiednie są gleby gdzie pH wynosi 6-7, przy takim odczynie symbioza między soją, a bakteriami brodawkow-

wymi przebiega prawidłowo. Na glebach o kwaśnym pH symbiozę ogranicza nadmierna koncentracja jonów glinu i manganu, a także deficyt jonów wapnia, fosforu i moliibdenu. Warto pamiętać, że soja kiełkuje epigeicznie - liście wyrastają nad powierzchnie gleby, na zlewnych glebach mogą mieć z tym trudności, jeśli dojdzie do ich zaskorupienia. Soja nie jest więc dobrą rośliną na gleby zbyt ciężkie, podmokłe, z natury zimne.



Na glebach zwięzłych oraz przy nieodpowiedniej uprawie gleby (brak mulczu) wzrasta ryzyko erozji.



WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE

4.3

Soja (Glycine) należy do plemienia fasolowe (Phaseoleae). Spośród wielu gatunków największe znaczenia ma soja uprawna – Glycine max (L.) Merrill. Soja jest rośliną jednoroczną, jarą, dnia krótkiego (Kotecki i in., 2020).

Nasiona soi są gładkie, barwy żółto-kremowej, kształtu owalnego lub prawie kulistego. Masa 1000 nasion u odmian powszechnie uprawianych wynosi od 150 do 250 g. W zależności od odmiany nasiona zawierają w suchej masie przeciętnie 360-460 g·kg⁻¹ białka ogółem i 210-230 g·kg⁻¹ tłuszczu surowego. Soja kiełkuje epigeicznie, jej wschody następują po upływie kilkunastu dni po siewie. Tworzy silnie rozwinięty system korzeniowy, z dużą liczbą korzeni bocznych, które mogą sięgać do 150 cm. Około 95% wszystkich korzeni występuje do głębokości 100-138 cm, jednak główna masa korzeni rozwija się w warstwie ornej gleby, do głębokości 25 cm. Łodyga soi jest sztywna, owłosiona, rozgałęziająca się, o wysokości od 50 do 120 cm w zależności od odmiany i warunków wegetacji. Kwiaty zawiązują się na łodydze w kątach liści, w formie gron liczących od kilku do kilkunastu kwiatków. Soja zaczyna kwitnąć od dołu. Kwiaty są bardzo drobne, samopylne, koloru fioletowego lub białego, w zależności od odmiany. Liście w trakcie dojrzewania żółkną i opadają poczynając od dolnej części rośliny. Na polach o dużej zmienności glebowej, o kilka dni później dojrzewają rośliny rosnące na dolinach i innych fragmentach pól dobrze, naturalnie uwilgotnionych. Strąki zawierają od 1 do 3 nasion, a na najlepszych stanowiskach przy korzystnym rozkładzie opadów 4 nasiona. Liczba zawiązanych strąków i nasion w strąkach skorelowana jest z ilością opadów w trakcie kwitnienia i zawiązywa-

nia nasion. W razie suszy maleje ilość strąków i nasion w strąkach (Kotecki i in., 2020).

Na korzeniach roślin tworzą się specyficzne struktury, brodawki – które są miejscem gromadzenia się i namnażania komórek bakterii. Podczas symbiozy z roślinami bakterie wiążą azot atmosferyczny (N₂), który może być wykorzystywany przez roślinę. Związany przez bakterie azot jest transportowany głównie w formie ureidów (allantoiny i kwasu allantoinowego). W zamian roślina żywicielska zapewnia bakterii węgiel i aminokwasy. Ta interakcja jest korzystna dla roślin, ponieważ azot zwykle limituje wzrost roślin w siedliskach lądowych (Kotecki i in., 2020).



Soja tworzy silnie rozwinięty system korzeniowy, z dużą liczbą korzeni bocznych, które mogą sięgać do 150 cm.



MIEJSCE W PŁODOZMIANIE

4.4

Soję najlepiej uprawiać w stanowisku po zbożach, które zostawiają pole wolne od chwastów oraz na glebach średnio zasobnych w azot (zbyt duża zawartość azotu powoduje słabe zawiązywanie bakterii brodawkowych oraz może powodować wyleganie roślin).

Dodatkowo, jak inne bobowate może być rośliną przerywającą następstwo zbóż po sobie, wpływając korzystnie na ich wzrost, rozwój i plonowanie. Stanowisko po okopowych wpływa na soję ujemnie przedłużając jej wegetację. Kukurydza może być przedplonem pod warunkiem, że stosowane w niej herbicydy uległy rozkładowi. Soja jest bardzo dobrym przedplonem dla pszenicy ozimej zostawiając glebę naturalnie zdrenowaną i rozluźnioną, przyczynia się do poprawiania wartości stanowiska, a udział roślin bobowatych w zmianowaniu sprzyja zmniejszaniu

zachwaszczenia zbóż i porażaniu ich przez choroby powodowane przez grzyby.

Niestety w większości gospodarstw obecnie dominują zboża, których udział w strukturze zasiewów przekracza niejednokrotnie 70-80%. W najbliższych latach można spodziewać się zmniejszenia areału ziemniaków i buraków cukrowych, gdzie alternatywą może być uprawa soi, która obok niskich nakładów na uprawę korzystnie oddziałuje na żyzność i urodzajność gleb.



Soja jest bardzo dobrym przedplonem dla pszenicy ozimej zostawiając glebę naturalnie zdrenowaną i rozluźnioną.

KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z UPRAWY SOI:

Wzbogacenie płodozmienu w roślinę strączkową korzystnie wpływa na właściwości fizyczne (strukturę gleby), chemiczne (pozostawiają w resztkach poźniwnych bądź przyoranej biomasy znaczne ilości azotu) i biologiczne gleby (aktywizują działalność pożytecznych, strukturotwórczych mikroorganizmów)

Oszczędniejsza gospodarka wodna, gdyż soja wyczerpuje dużo mniejsze ilości wody z gleby niż takie gatunki jak: kukurydza, burak czy rzepak. Może być to jej niewątpliwa zaleta, jeżeli kolejne lata będą suche.

Soja współżyje z bakteriami brodawkowymi, a dokładnie z rodzajem *Bradyrhizobium japonicum* - które wiążą wolny azot z powietrza i dostarczają dla soi nawet 150 kg N/ha.

Silnie rozwinięty system korzeniowy soi sięga nawet 150 cm, pobiera wyflukane do podglebia składniki pokarmowe i przemieszcza je do warstwy ornej, a także doskonale rozluźnia glebę.

Jak na razie nie obserwujemy się zagrożenia ze strony szkodników i chorób na roślinach soi, a dzięki wstawieniu jej w płodozmian, może zmniejszyć presję patogenów na zbożach i rzepaku.

Do uprawy soi wykorzystywane są te same maszyny co w przypadku zbóż czy rzepaku, nie wymaga dodatkowych inwestycji w gospodarstwie.

W dobie pogarszającego się stanu środowiska rolniczego oraz wymagań Europejskiego Zielonego Ładu związanych m.in. ze zmniejszaniem ilości środków

ochrony roślin, soja staje się idealną rośliną uprawną zapobiegającą degradacji gleb, a także wpisującą się w praktyki rolnictwa regeneratywnego.



Uprawa soi obok niskich nakładów na uprawę korzystnie oddziałuje na żyzność i urodzajność gleb.



UPRAWA - PRZYGOTOWANIE STANOWISKA POD SIEW

4.5

Przygotowując pole pod zasiew soi musimy mieć na celu, aby w jak największym zakresie zachować naturalny kształt gleby oraz w jak najmniejszym stopniu zaburzać jej strukturę.



Po wielu latach stosowania systemów bezorkowych następuje znaczna poprawa właściwości fizycznych gleby spowodowana działaniem fauny glebowej.

Uprawiając glebę należy kierować się zasadą głębokiego spulchniania bez odwracania, co przyczynia się do przykrycia wierzchniej warstwy resztkami poźniwnymi lub resztkami z międzyplonów. Dzięki temu wspomagany jest proces powstawania próchnicy w glebie.

Uprawa soi w systemie regeneratywnym powinna polegać na całkowitym odejściu od wykonywania orki pod zasiew soi na rzecz uprawy uproszczonej czy siewu bezpośredniego oraz do ograniczenia zabiegów

uprawowych w myśl zasady „uprawiaj tak mało, jak to możliwe i tak dużo, ile trzeba”. Uprawę zerową i siew bezpośredni definiuje się jako zaniechanie wykonywania zabiegów mechanicznych od zbioru do siewu rośliny następcej. Uprawie bezpłużnej może być poddawana cała powierzchnia gleby lub tylko jej pasy (Jaskulski i Jaskulska 2016).

Zabiegi uprawowe z wyłączeniem pługa powodują wzrost materii organicznej oraz sprawiają, że gleba staje się coraz bardziej odporna na zjawiska erozyjne

w porównaniu z konwencjonalną uprawą gleby (Kladivko i wsp., 1986).

Pozostawiane resztki roślinne na powierzchni pola mają duże znaczenie w ograniczeniu erozji, co prowadzi do mniejszego ryzyka skażenia środowiska naturalnego (Morris i wsp. 2010), a minimalne wzruszanie gleby w połączeniu ze stałym dostarczaniem resztek roślinnych stwarzają sprzyjające warunki dla rozwoju organizmów glebowych i naziemnych (Melero i wsp. 2011) oraz ochrony substancji organicznej przed szybką mineralizacją (Dzienia i wsp. 2001). Resztki roślinne mogą również pełnić ważne funkcje poprawiając strukturę i stabilność gleby oraz zawartość węgla organicznego, które z kolei mogą modyfikować właściwości fizyczne gleby (Blecharczyk i wsp. 2007).

Po wielu latach stosowania systemów bezorkowych następuje znaczna poprawa właściwości fizycznych gleby spowodowana działaniem fauny glebowej, czego efektem jest tworzenie się biogennych porów, w większości o pionowym kierunku przebiegu (Anken i wsp. 2004). W takiej sytuacji, mimo wzrostu gęstości warstwy powierzchniowej, zazwyczaj zauważanej w glebie nieuprawianej, warunki wymiany gazowej i przepuszczalność wodna nie pogarszają się. Ponadto

w systemach bezorkowych likwidacji ulega podeszwa płużna i następuje wyrównanie oporu penetracji w dolnej strefie profilu glebowego. Pozostające resztki roślinne na powierzchni pola w systemach bezorkowych poprawiają również nośność gleby i przeciwdziałają zaskorupianiu, co z kolei ogranicza spływy powierzchniowe i zwiększa pojemność wodną gleby. Jest to niezmiernie istotne w okresach bezdeszczowych, gdyż rośliny mają lepsze zaopatrzenie w wodę niż w systemach orkowych (Morris i wsp. 2010).

Uprawa gleby pod soję rozpoczyna się już w momencie zbioru przedplonu. W przypadku kiedy przedplon stanowią zboża, kluczowe jest równomierne rozrzucenie słomy na polu i płytkie wymieszanie z glebą w celu zwiększenia efektywności jej rozkładu. Kolejnym zabiegiem uprawowym jest wykonanie późną jesienią uprawy głębokiej na 20-25 cm. Soję, szczególnie na średnich i lżejszych stanowiskach, możemy uprawiać w systemie Strip-Till - w tej sytuacji ściernisko pozostawiamy niewzruszone do czasu zasiewu. Jeżeli przedplon zszedł odpowiednio wcześniej z pola dobre efekty przynosi także wysiew międzyplonów, które zabezpieczają powierzchnię gleby przed zjawiskiem erozyjnym.



Pozostawiane resztki roślinne na powierzchni pola mają duże znaczenie w ograniczeniu erozji, co prowadzi do mniejszego ryzyka skażenia środowiska naturalnego.



SIEW

4.6

Przed przystąpieniem do siewu należy sprawdzić temperaturę oraz poziom uwilgotnienia gleby.



Soja nie znosi zbyt głębokiego siewu, którego optymalna głębokość kształtuje się na poziomie ok. 3-4 cm w zależności od warunków glebowych.

Ilość wysiewu na hektar należy wyliczyć ze wzoru:

$$\frac{\text{obsada nasion na m}^2 \times \text{masa 1000 nasion}}{\text{zdolność kiełkowania}} = \text{ilość wysiewu kg/ha}$$

Jak podaje Mota [1978], w praktyce wysiew soi następuje, gdy temperatura gleby wynosi: w Serbii 8°C, w Bułgarii 12°C, w Japonii, Stanach Zjednoczonych, Kolumbii i Tanzanii 13-29°C. W środkowej i południowej Polsce wysiewu soi dokonuje się na przełomie kwietnia i maja. Temperatura gleby na głębokości 5 cm wynosi wtedy 12-14°C (Kozłowski 1981, Szyrmer i Szczepańska 1982). Gdy gleba jest zimna, wschody roślin opóźniają się, a nasiona narażone są na działania mikroorganizmów. Przymrozki dodatkowo zwiększają ubytki roślin. Fenologicznym wskaźnikiem terminu siewu soi jest okres kwitnienia klonu zwyczajnego lub koniec kwitnienia wiśni, zazwyczaj jest to okres od 20 kwietnia do 5 maja w zależności od rejonu. Wczesny termin siewu wpływa korzystnie na wysokość osadzenia dolnych strąków. Najwyższe plony nasion osiąga się przy obsadzie nasion 30-50 roślin/m². Nasiona soi często mają obniżoną zdolność kiełkowania oraz różną masę 1000 nasion.

Soja nie znosi zbyt głębokiego siewu, którego optymalna głębokość kształtuje się na poziomie ok. 3-4 cm w zależności od warunków glebowych. Najkorzystniej wysiewać nasiona w szerokości rzędów od 15-25 cm wykorzystując siewnik zbożowy, można także wysiewać siewnikiem punktowym (np. do buraków) w rozstawie 45 cm pod warunkiem założenia specjalnych tarcz wysiewających. Przy siewie w rozstawie międzyrzędzi 45 cm, należy liczyć się z większą konkurencją chwastów, gdyż rośliny soi później zakrywają łan.



INOKULACJA NASION

4.7

Bakterie symbiotyczne soi gatunku *Bradyrhizobium japonicum* nie występują w stanie wolnym, w naszych glebach nasiona przed siewem należy bezwzględnie szczepić.



Podczas zaprawiania należy delikatnie obchodzić się z nasionami soi, gdyż są one bardzo wrażliwe na wszelkie uszkodzenia mechaniczne.

Prawidłowa inokulacja szczepionką zapewnia dużą liczbę skutecznych rhizobii w ryzosferze, umożliwiając szybką kolonizację i nodulację (proces tworzenia się brodawek korzeniowych), są one głównym źródłem zaopatrzenia soi w azot, a tym samym decydują o wysokości plonu nasion. Bakterie brodawkowe w szczepionkach giną już podczas niewłaściwego transportu i składowania preparatów. Szkodliwe dla bakterii jest także zamarzanie i wysoka temperatura powyżej 40°C. Przechowywane w tych warunkach giną. Szczepionki należy przechowywać w temperaturze 4-8°C i nie wystawiać ich na bezpośrednie działanie promieni słonecznych lub źródeł ciepła. Nie zaleca się także stosowania szczepionek łącznie z nawozami i środkami ochrony roślin.

Przebieg szczepienia powinien odbywać się w chłodnym, zacienionym pomieszczeniu w zależności od rodzaju szczepionki bezpośrednio przed siewem, np.: HiStick Soy, LiquiFix, Turbosoy lub 120 dni przed Hi-Coat Soy, LiquiFix 120. Większość dostępnych szczepionek nie wymaga rozpuszczania w wodzie, jeżeli producent szczepionki zaleca dodawanie wody należy użyć wodę ze studni lub z deszczówki, nie należy stosować wody chlorowanej.

Podczas zaprawiania należy delikatnie obchodzić się z nasionami soi, gdyż są one bardzo wrażliwe na wszelkie uszkodzenia mechaniczne, obicia, pęknięcia, które skutkują zmniejszeniem siły kiełkowania. W przypadku, kiedy decydujemy się we własnym zakresie szcze-

pić nasiona musimy mieć świadomość, że czynność ta wykonana w nieodpowiedni sposób lub złych warunkach może po prostu zniszczyć nasiona. Szczepienie małych partii nasion można przeprowadzić w zaciemnionych pomieszczeniach delikatnie mieszając nasiona ze szczepionką. W przypadku dużej ilości nasion czynność tą można przeprowadzić za pomocą przenośnika taśmowego, na którym podczas przepływu nasion będą one np. opryskiwane inokulatem. W przypadku wykorzystania tradycyjnych zaprawiarek, należy obroty zaprawiarki (przenośników ślimakowych) ustawić na możliwe niskie, aby nie dopuścić do uszkodzeń mechanicznych na nasionach.

Efektywność symbiozy zależy również od zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi, a także obecności bakteriofagów (wirusów atakujących bakterie) i niektórych szkodników glebowych (np. oprzędzika), które niszczą brodawki korzeniowe.

Bardzo dobre efekty przynosi podwójne szczepienie nasion: pierwsze przez producenta materiału siewnego i drugie we własnym zakresie w dniu siewu.

Negatywny wpływ na skuteczność inokulacji systemu korzeniowego roślin soi przez bakterie *Bradyrhizobium japonicum* mogą wywierać:

- wysiew nasion na glebach kwaśnych i bardzo kwaśnych o odczynie pH poniżej 5,0;
- wysoka zawartości piasku - powyżej 80%;
- wysiew zaszczerpionych nasion do zbyt przesuszonej gleby lub do zbyt uwilgotnionej z małą ilością powietrza;
- stagnująca woda na polu;
- stosowanie do inokulacji nasion zaprawionych wcześniej zaprawami nasiennymi, które mogą zmniejszać liczebność i wielkość kolonii bakterii.



Inokulację nasion można przeprowadzić za pomocą przenośnika taśmowego, na którym będą one np. opryskiwane podczas przepływu.



WYMAGANIA I POTRZEBY NAWOZOWE

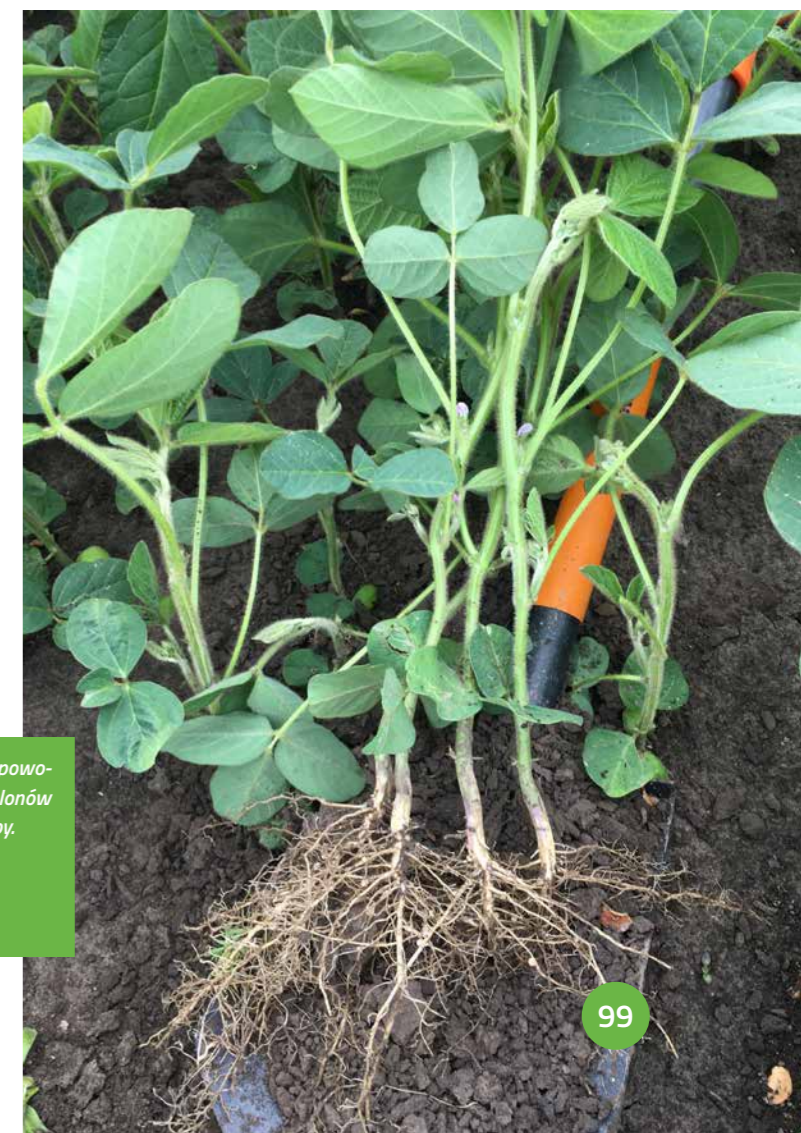
Soja jest rośliną strączkową, co oznacza, że potrzebuje dużej ilości dostępnego wapnia, siarki i niektórych mikroelementów, takich jak bor, miedź, mangan, molibden oraz cynk.

4.8

Na wyprodukowanie 1 tony nasion soja pobiera około 75 kg azotu, co oznacza że przy plonie 3 t/ha potrzebuje 225 kg N/ha (z czego 50-60% pozyskuje w wyniku symbiozy z bakteriami brodawkowymi). W większości przypadków, ilość azotu związanego symbiotycznie przez soję jest niewystarczająca do uzyskania wysokich plonów nasion, zwłaszcza przy słabym brodawkowaniu roślin, ekstremalnie niskiej zasobności gleby w azot przy wysiewie, stresie wodnym, problemami z pH gleby, niskiej temperaturze lub nieobecności w glebie bakterii *Bradyrhizobium japonicum*. Dlatego w niektórych przypadkach wskazane jest jej nawożenie azotem. Soja jest uprawą biologiczną co powoduje, że do osiągnięcia wysokich plonów potrzebuje biologicznie czynnej gleby, jeżeli gleba będzie utrzymana w dobrej kondycji możliwe jest osiąganie wysokich plonów bez dodatkowego nawożenia azotem.

Rośliny soi tworzą mocny system korzeniowy, który charakteryzuje się dużą zdolnością pobierania składników pokarmowych z warstwy ornej i podglebia. Dawki nawozów potasowych i fosforowych określa

się na podstawie potrzeb pokarmowych soi, żyzności gleby, prognozowanych wielkości plonu nasion, należy także wziąć pod uwagę utrzymanie odpowiedniej zasobności gleby w zmianowaniu. Na glebach o zasobnościach średnich do wysokich zaleca się wysiać jesienią około 40-50 kg P2O5·ha⁻¹ oraz 60-80 kg K2O·ha⁻¹, na glebach o niższej zasobności dawki należy zwiększyć do 70 kg P2O5·ha⁻¹ i 120 kg K2O·ha⁻¹ (Kotecki i in., 2020).



Soja jest uprawą biologiczną co powoduje, że do osiągnięcia wysokich plonów potrzebuje biologicznie czynnej gleby.



OCHRONA PRZED CHWASTAMI, SZKODNIKAMI I CHOROBAMI

4.9

W początkowym okresie wzrostu, tj. od kiełkowania do fazy 2-3 trójlistków bardzo ważna jest kontrola chwastów na plantacji.

Aby plantacja soi była czysta, niezbędne jest zastosowanie dwóch zabiegów herbicydowych, lub mechanicznego zwalczania chwastów. Pierwszy zabieg należy wykonać po siewie, przed wschodami soi, przy wykorzystaniu odpowiednich środków o działaniu głównie doglebowym na dobrze uwilgotnioną glebę. Drugi oprysk należy wykonać, w zależności od potrzeby, po wschodach roślin w okresie wschodów nowych chwastów. W przypadku wystąpienia chwastów jednoliściennych na plantacji należy zastosować

poprawkę jednym ze środków z rodzaju graminicydów, w tym przypadku dobrze jest zachować kilkudniowy odstęp czasu między innymi zabiegami. W przypadku mechanicznego zwalczania chwastów, korzystniejsze jest wysianie soi w szerszej rozstawie międzyrzędzi 30-45 cm, co umożliwi częściowe odejście od zabiegów chemicznych i wykorzystanie pielników do mechanicznej likwidacji chwastów. Dodatkowym plusem wykorzystania pielników jest napowietrzenie gleby, co w przypadku wystąpienia dużych opadów po zasianiu roślin wpływa na lepszy wzrost roślin.

Na soi możemy zaobserwować objawy występowania wielu chorób powodowanych przez grzyby, jednak nie mają one jak na razie istotnego znaczenia gospodarczego, to samo można powiedzieć o szkodnikach zagrażających uprawie soi.



Szkodniki zagrażające uprawie soi nie mają jak na razie istotnego znaczenia gospodarczego, to samo można powiedzieć o chorobach powodowanych przez grzyby.



ZBIÓR

4.10

Dojrzałość soi do zbioru poznaje się po opadnięciu liści. Strąki są żółtobrązowe, a nasiona nabierają żółtej barwy z brązowym znaczkem, twardnieją i „dzwonią” w strąkach.

Odmiany uprawiane w Polsce w zależności od regionu nadają się do zbioru w 3 dekadzie września, najpóźniej w pierwszej dekadzie października. Zbiór przeprowadza się przy wilgotności ziarna na poziomie 13% kombajnem zbożowym. Pod wpływem większej ilości opadów i obniżonej temperatury dosychanie roślin przedłuża się i zbiór jest utrudniony.

Niskie cięcie ma znaczenie – niekorzystną cechą większości odmian jest niskie osadzenie dolnych strąków, co powoduje straty nasion podczas zbioru. Aby temu zapobiec aparat tnący należy ustawić jak najniżej, co pozwoli uniknąć przecinania dolnych strąków i pozostawienia ich na polu. Wykorzystanie do zbioru soi hederu typu „flex” jest najlepszym sposobem na ograniczenie strat podczas zbioru do minimum. Heder typu „flex”, charakteryzuje się elastycznym przyrządem tnącym, oraz innym kątem koszenia roślin, co umożliwia zebranie wszystkich strąków. Omłotu należy dokonać przy obrotach bębna zmniejszonych do około 500-600/min. Maksymalna zawartość wody w przechowywanych nasionach powinna wynosić nie więcej niż 13%. Nasiona soi najlepiej przechowuje się w niskiej temperaturze 5 do -5°C i wilgotności względnej powietrza do 70%. W przypadku produkcji materiału siewnego nasion soi, szczególną uwagę należy zwrócić, aby zebrane nasiona miały jak najmniej obici i spękań, gdyż te bardzo mocno obniżają kiełkowanie nasion. Aby temu zapobiec bardzo

ważne jest odpowiednie „luźniejsze” ustawienie kombajnu już na polu i w miarę możliwości zebranie suchych nasion, aby uniknąć ich dosuszania, gdzie podczas przepływu nasion przez suszarnie i podajniki nasiona mocno się obijają.



Aparat tnący należy ustawić jak najniżej, aby uniknąć przecinania dolnych strąków i pozostawienia ich na polu.

Autor:
Zespół Terra Nostra

05

BADANIA GLEBY

**PRZEWODNIK
ROLNICTWA
REGENERATYWNEGO**

WSTĘP

Wartościowe jedzenie, które trafia na nasz stół, swój początek ma w glebie.

5.1

Zdrową glebę można uznać za pełen życia organizm. Zdrowa gleba dostarcza niezbędnych soli mineralnych oraz wodę dla roślin, które w zamian za to odwdzięczają się dostarczaniem niezbędnych składników odżywczych dla żyjących w glebie grzybów, bakterii oraz innych organizmów. Te bytujące w glebie żywe organizmy stanowią niewielki ułamek masy gleby, jednak odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu zdrowia gleby oraz jej fizycznej i chemicznej jakości, gdyż wpływają na strukturę gleby, rozkład materii organicznej oraz przemianę składników pokarmowych. Świadomość tej niezwyklej współzależności pomiędzy żywymi i nieożywionymi elementami gleby i dbanie o zachowanie pomiędzy nimi harmonii kieruje regeneratywnym podejściem do budowania jakości i zdrowia gleb uprawnych. Niestety, szacuje się, że 33% gruntów na świecie jest zdegradowanych w stopniu umiarkowanym do silnego. Niszczenie gleb, a tym samym spadek ich jakości jest wywołany m.in. intensywną uprawą (z wykorzystaniem niewłaściwych narzędzi), zanieczyszczeniami, zmianami klimatu (susza powodująca niedobór wody) i niewłaściwym nawożeniem. Utrzymanie dobrej kondycji gleb jest kluczowe

z punktu widzenia wyżywienia świata, ponieważ szacuje się, że gleba stanowi podstawę produkcji 95% żywności przeznaczonej do spożycia.

Rozwiązaniem w zakresie poprawy kondycji gleb jest rolnictwo regeneratywne. Z roku na rok coraz bardziej widoczne jest jego znaczenie w niezbędnym procesie wzmocnienia gleb, a tym samym poprawieniu jej żyzności. Podstawowym celem rolnictwa regeneratywnego jest odtworzenie i utrzymanie potencjału plonotwórczego gleby, poprzez prowadzenie takiej produkcji rolniczej, która nie szkodzi środowisku przyrodniczemu. Rolnictwo regeneratywne daje szereg korzyści, do których zaliczyć można: produkcję wysokiej jakości żywności oraz paszy, prawidłowe gospodarowanie materią organiczną gleby, poprawę właściwości bio-fizyko-chemicznych (zwłaszcza pH) i wzrost potencjału plonotwórczego gleby; ochronę gleby, wody i powietrza przed skażeniami pochodzenia rolniczego, ograniczenie nakładów finansowych (środki ochrony roślin, nawozy mineralne), oszczędność energii, ograniczenie emisji CO₂.

GLEBA I KLUCZOWE JEJ WŁAŚCIWOŚCI

5.2

Aby lepiej zrozumieć funkcjonowanie gleby, warto jej się przyjrzeć nieco dokładniej.

Gleba to naturalna, zewnętrzna i biologicznie czynna warstwa skorupy ziemskiej. Powstała ze zwietrzliny skalnej w wyniku procesów glebotwórczych, które trwały tysiące lat. Składa się z cząsteczek minerałów, rozkładanej materii organicznej, wody oraz powietrza. Dzieli się na część mineralną oraz organiczną. Gleba jest strukturą trójfazową, zbudowaną z fazy stałej, ciekłej i gazowej.

Do ważnych wskaźników jakości gleby zalicza się jej właściwości chemiczne i fizyko-chemiczne, takie jak: zawartość materii organicznej (węgla organicznego), zawartość azotu ogólnego, zawartość łatwo przyswajalnych dla roślin makroskładników: fosforu, potasu, magnezu, wapnia i siarki, odczyn pH (mierzony w KCl i/lub H₂O), pojemność wymiany kationów, stopień wysycenia kationami o charakterze zasadowym (Ca²⁺, Mg²⁺ i K⁺ Na⁺) zawartość mikroelementów, takich jak żelazo, bor, miedź, mangan i cynk oraz przewodnictwo elektryczne.

Gleba ma zdolności sorbowania, czyli zatrzymywania różnego rodzaju jonów czy substancji, które się do niej dostaną lub już w niej występują. Jakość i żyzność gleb uzależnione są od tzw. **kompleksu sorpcyjnego gleby**, czyli najbardziej aktywnej, rozdrobnionej części stałej fazy gleby, która wpływa na pojemność wymiany kationów. Dzięki zjawisku sorpcji, składniki pokarmowe rozpuszczone w roztworze glebowym nie są wymywane z gleby (na przykład wraz z wsiąkającą po opadach wodą). Dlatego dbałość o kompleks sorpcyjny jest bardzo ważna w budowaniu żyzności i produktywności gleb uprawnych.

Kompleks sorpcyjny gleby tworzą mineralne i organiczne składniki stałej fazy gleby. Są to minerały ilaste (np. illit, wermikulit, montmorylonit) i glebowa materia organiczna wraz z humusem (kwasy huminowe, kwasy fulwowe, huminy). Można zatem uznać, że im więcej tych składników znajduje się w glebie, tym kompleks sorpcyjny ma większą pojemność. Rozproszone są one w glebie w formie koloidalnej i w większości posiadają ładunek ujemny. To właśnie dzięki temu ładunkowi kompleks sorpcyjny jest w stanie zatrzymywać naładowane dodatnio jony (np.: kationy wapnia Ca²⁺, magnezu Mg²⁺) - w myśl zasady, że plusy i minusy przyciągają się. Kompleks sorpcyjny zdolny jest także do niewymiennej sorpcji niektórych jonów. Nie jest to sorpcja zależna od ładunku substancji tworzących kompleks i w niewielkim stopniu decyduje o dostępności składników dla roślin. Kompleks sorpcyjny wykazuje również zdolność do sorbowania anionów (np.: chlorkowego, azotanowego (V), siarczanowego (VI)). Ta sorpcja jest jednak znacznie mniejsza niż sorpcja kationów, ponieważ ładunków dodatnich (zdolnych do sorbowania anionów) jest w kompleksie mniej niż ładunków ujemnych. Dlatego aniony (np. NO₃-) są sorbowane w stosunkowo niewielkich ilościach i łatwo ulegają wymyciu w głąb profilu glebowego.

Kompleks sorpcyjny działa jak magazyn czy poczekalnia dla jonów rozpuszczanych w roztworze glebowym - odpowiada za zatrzymywanie oraz uwalnianie do roztworu glebowego różnych jonów, w tym kluczowych dla życia roślin składników pokarmowych. Na miejsce uwalnianych do roztworu glebowego jonów

sorbowane są inne w równoważnej ilości, dlatego też kompleks sorpcyjny odpowiada za sorpcję wymienną jonów. **Sorpcja wymienna polega na wymianie jonów pomiędzy roztworem glebowym, a kompleksem sorpcyjnym.** Podczas reakcji wymiany ustala się stan dynamicznej równowagi między ilością i strukturą kationów występujących w roztworze glebowym, a ilością odpo-

wiednich jonów w kompleksie sorpcyjnym. Duże stężenie jonów w roztworze glebowym zwiększa ich sorpcję, w ten sposób jony o dużej energii wejścia (słabo sorbowane) mogą również przenikać do kompleksu sorpcyjnego (np. Na⁺, jeśli występuje w glebie w dużym stężeniu).

Poniżej przedstawiono kolejność wejścia i wyjścia kationów do kompleksu sorpcyjnego:



Wzrost energii adsorpcji kationów [wejścia do kompleksu sorpcyjnego]

Wzrost energii desorpcji kationów [wyjścia z kompleksu sorpcyjnego]

Najmniejszą energię wejścia do kompleksu sorpcyjnego wykazuje H⁺ (jest łatwo sorbowany), następnie jony trójwartościowe, dwuwartościowe, a najmniejszą jony jednowartościowe. Kationy łatwo sorbowane (o małej energii wejścia) są trudniej usuwalne

z kompleksu sorpcyjnego (gdyż wykazują jednocześnie dużą energię wyjścia). Sumaryczna ilość wszystkich wymiennie sorbowanych jonów to tzw. pojemność sorpcyjna gleby - CEC*.

* pojemność sorpcyjna w glebach jest zmienna i koreluje z pH gleby. W glebie o pH poniżej 6 występuje nadmiar jonów H⁺ w roztworze gleby/wody i wiele miejsc wymiany ujemnej jest zajętych przez kationy kwasowe, takie jak Al²⁺ i Fe²⁺. W miarę wzrostu pH gleby, spowodowanego dodaniem Ca, Mg, K i Na jony Al i Fe łączą się z ujemnie naładowanymi jonami OH⁻ w roztworze gleby i wody, tworząc nierozpuszczalne tlenki glinu i żelaza oraz uwalniając ujemnie naładowane jony OH⁻. Miejsca w próchnicy odgrywają rolę w wymianie składników pokarmowych. Gleba o wysokiej zawartości materii organicznej będzie miała niską „efektywną” zdolność wymiany przy niskim pH, ponieważ wiele ujemnych miejsc wymiany będzie wypełnionych ściśle związanymi Al i Fe. Dodanie kationów zasadowych, zwłaszcza wapnia, podniesie pH, a jony Ca²⁺ wypiją Al i Fe przez „wymienność” Ca.

Próchnica to podstawowy wskaźnik żyzności gleb. **Próchnica glebowa jest bardzo ważną częścią materii organicznej gleby, której ogólną zawartość możemy zmierzyć oznaczając w glebie całkowitą zawartość węgla organicznego.** Materia organiczna gleb jest więc zatem różnorodną mieszaniną wszystkich resztek organicznych pochodzenia roślinnego czy zwierzęcego, które trafiają do gleby i ulegają w niej rozkładowi i przekształceniom. Z biochemicznego punktu widzenia próchnica jest częścią materii organicznej, którą budują złożone, bezpostaciowe substancje (nie da się w nich

odróżnić komórek roślinnych czy zwierzęcych). Powstają one z przekształcenia szczątków organicznych, głównie roślinnych przy udziale organizmów glebowych (mn. bakterii, grzybów) i drobnych bezkręgowców, np. dżdżownic. Często występują w połączeniu z mineralną fazą gleby. Po przekształceniu szczątków organicznych ostatecznie frakcję próchnicy tworzą różne substancje organiczne i mineralno-organiczne, gromadzące się w glebie lub na jej powierzchni, które są źródłem ujemnych ładunków w glebie.

PRÓCHNICA PEŁNI W GLEBIE SZEREG WAŻNYCH FUNKCJI, GDYŻ DECYDUJE O:

zdolności zatrzymywania i gromadzenia składników pokarmowych (pojemność sorpcyjna) – poprawia magazynowanie i dostępność składników pokarmowych oraz zmniejsza ich straty*;

pojemności wodnej i zdolności jej zatrzymywania – zwiększa retencję wodną i minimalizuje skutki suszy (gleby są bardziej na nią odporne);

stabilności struktury gleby – poprawia strukturę gleby, zwłaszcza w obecności jonów Ca^{2+} , przez co zapobiega utracie wody i składników pokarmowych w lekkich

glebach piaszczystych i rozluźnia gleby zwarte, w których polepsza się napowietrzenie. Zapobiega erozji wodnej i wietrznej gleby;

aktywności biologicznej – zwiększa jej aktywność przez korzystny wpływ na namnażanie pożytecznych mikroorganizmów glebowych, które decydują o zdrowiu gleby;

barwie i właściwościach cieplnych gleby – ciemniejszy kolor zwiększa absorpcję energii słonecznej, co powoduje lepsze nagrzewanie się gleb.

* Próchnica może mieć pojemność wymiany większą niż nawet najwyższe CEC minerałów ilastych - im wyższy poziom próchnicy w glebie, tym większa pojemność sorpcyjna gleby.

Substancje tworzące frakcje próchnicy uznawane są również za najbardziej stabilną część materii organicznej gleby, która nie ulega tak łatwo rozkładowi jak świeże resztki roślinne i zwierzęce, dlatego też stanowią największą część materii organicznej. **W budowaniu zasobów próchnicy w glebach kluczowe jest dodawanie do gleby odpowiedniej ilości materii organicznej i ochrona życia biologicznego gleb.** Zwykła, jeszcze biologicznie nieprzetworzona materia organiczna z kompostu, obornika, lub pozostałości po ubiegłorocznych uprawach, nie ma bowiem zbyt dużej zdolności sorpcji składników pokarmowych czy zatrzymywania wody, dopóki nie zo-

stanie przekształcona w próchnicę. Tworzenie próchnicy wymaga zaś działania różnych organizmów glebowych. Kiedy żaden z nich nie może już nic zrobić z materią organiczną jako pożywieniem, staje się ona bardzo złożoną strukturą węglową, która może pomieścić i uwolnić wielokrotność swojej wagi w wodzie i składnikach odżywczych roślin. Ponadto próchnica zapobiega zaskorupianiu się gleby (gdyż poprawia stabilność agregatów glebowych) i zapobiega gwałtownym zmianom pH (ma właściwości buforowe). Wraz ze wzrostem zawartości próchnicy w glebie zmniejsza się także dostępność toksycznych substancji z gleby (z odpadów przemysłowych,

środków ochrony roślin) oraz szkodliwych metali ciężkich (kadm, ołów, glin). Próchnica posiada zdolność przyciągania wielu tych szkodliwych substancji, przez co następuje ich unieruchomienie i stają się one niedostępne (i tym samym mniej toksyczne) dla roślin i organizmów glebowych. Ma to bardzo duże znaczenie, gdyż zwiększona zawartość potencjalnie szkodliwych substancji w roślinach stanowi zagrożenie dla zdrowia konsumentów. Próchnica ma również duży wpływ na gospodarkę azotem i fosforem na polach uprawnych. W glebie azot jest najbardziej ruchomym pierwiastkiem i próchnica zapobiega jego wypłukiwaniu w głąb gleby.

Zachowanie zasobów próchnicy glebowej jest istotne nie tylko ze względu na utrzymanie produkcyjnych funkcji gleb, ale również z punktu widzenia roli gleb w sekwestracji (wiązaniu) węgla z atmosfery i redukcji skutków efektu cieplarnianego. Według Rady Misy ds. Zdrowia Gleby i Żyzności UE, obserwuje się obecnie straty zawartości węgla organicznego z powierzchniowej warstwy gleb uprawnych (0-20 cm) krajów UE, wynoszące średnio 0,5 % rocznie. Spadek zawartości węgla organicznego w glebach uprawnych wynika z niewystarczającej ilości komponentów do budowania zasobów materii organicznej w glebach oraz z intensywnej uprawy gleb. Podstawowe błędy agrotechniczne sprzyjające utracie

węgla z gleb uprawnych to: niewykorzystywanie nawozowe słomy, nieumiejętne wykorzystywanie potencjału, jaki stwarzają rośliny okrywowe (poplony ścierniskowe, ozime i wsiewki poplonowe), ciągły, dramatycznie niski udział roślin bobowatych (soja, łubin, groch, peluszką, koniczyzny, lucerny i inne) w płodozmianach oraz zbyt intensywna uprawa gleb, sprzyjająca degradacji struktury gleb i szybkiej mineralizacji szczątków organicznych. Niestety, ten niewykorzystany potencjał do zwiększenia żyzności i produktywności gleb jest powszechny. Należy to **zmienić i wprowadzić w praktyce rolniczej kompleksową nową strategię postępowania w budowaniu żyzności gleb, ze szczególnym uwzględnieniem odbudowania zasobów glebowego węgla.** Ma on kluczowe znaczenie dla jakości gleb. Jednym ze sposobów zwiększenia próchnicy w glebie jest dodawanie materii organicznej i uzdrowienie życia w glebie. Zapewni to jej właściwe rozłożenie i przekształcenie. Jeśli równowaga mineralna gleby jest optymalna, zwłaszcza z odpowiednią podażą siarki, każda świeża materia organiczna dodana do niej będzie miała tendencję do tworzenia stabilnej próchnicy.

Do odpowiedniego wzrostu roślin wymagane jest (rozpoznanych do obecnej chwili) 18 pierwiastków. Dzielą się one na **makroskładniki** oraz **mikroskładniki**.

MAKROSKŁADNIKI

węgiel, tlen, wodór, azot, fosfor, siarka, potas, wapń, magnez

MIKROSKŁADNIKI

mangan, cynk, żelazo, bor, miedź, nikiel, chlor, molibden, kobalt

Pozostałe pierwiastki także są pobierane przez rośliny i w pewnym stopniu mogą być im potrzebne dla

zapewnienia przebiegu określonych funkcji fizjologicznych.

Należy szczególnie pamiętać, że **podstawowym warunkiem prawidłowego odżywiania roślin jest zrównoważona podaż składników mineralnych, a potem ich niezakłócona dostępność dla roślin** – powodowana wzajemnymi antagonizmami i wzajemnym blokowaniem pierwiastków na etapie ich pobierania przez rośliny. Za uważać też należy, że wnoszone do gleby w nadmiarze lub jednostronnie, wywołują opisane zjawiska w sposób szczególny, np. Ca^{2+} .

Jako **optymalny odczyn** dla wzrostu większości roślin uprawnych powszechnie przyjmuje się odczyn **obojętny (pH 6,6 - 7,2) lub słabo kwaśny (pH 5,6 - 6,5)**. Odpowiednie wartości pH w określonym typie i rodzaju gleb zapewniają roślinom korzystne warunki pobierania składników pokarmowych. Natomiast w glebach silnie kwaśnych zmniejsza się aktywność biologiczna bakterii i promieniowców, pogarsza się skład kompleksu sorpcyjnego, a do roztworu glebowego uwalniają się duże ilości toksycznego glinu i manganu, co skutkuje obniżeniem plonów roślin i pogorszeniem ich jakości. Podobnie dla gleb nadmiernie zasadowych zmieniają się warunki dostępności i pobierania składników odżywczych.

Do najważniejszych **właściwości fizycznych** gleby należą: skład granulometryczny, struktura, gęstość gleby, porowatość, zwięzłość, pęcznienie i kurczenie oraz właściwości funkcjonalne: wodne, powietrzne i cieplne. Właściwości fizyczne gleby mają duże znaczenie dla wzrostu i plonowania roślin uprawnych. W warunkach polowych **trwała struktura agregatowa gwarantuje najkorzystniejszy stan fizyczny gleby**. Zapobiega ona nadmiernemu zagęszczeniu gleby, zapewnia glebie korzystną zawartość porów kapilarnych, retencjonujących wodę oraz porów powietrznych. Trwałość agregatów wpływa zatem pośrednio na rozwój mikroorganizmów glebowych, zwiększa aktywność biologiczną gleby, poprzez stworzenie stabilnego środowiska ich bytowania, zapewniającego im dopływ wody, składników odżywczych oraz powietrza. Stabilna struktura stwarza odpowiednie warunki dla kiełkowania, wschodów i rozwoju roślin, wpływa na długość ich korzeni i gęstość łanu. Wodoodporna struktura agregatowa chroni glebę przed zaskorupieniem powierzchniowym, zwiększa infiltrację wody opadowej, zmniejsza

szybkość spływu powierzchniowego i erozję wodną. Trzeba zaznaczyć, że **tworzenie i stabilizacja agregatów glebowych jest rezultatem współdziałania wielu czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych**, przy czym wstępnym warunkiem agregacji jest obecność i flokulacja minerałów ilastych oraz obecność różnych frakcji materii organicznej gleb. Warto pamiętać zatem, że **stabilizująca środowisko glebowe struktura gleby jest współtworzona przez nieorganiczne i organiczne frakcje gleby (tak zwane nieorganiczne i organiczne środki wiążące). Nieorganiczne**, stabilizujące środki obejmują głównie minerały ilaste, wielowartościowe kationy metali (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}), tlenki i wodorotlenki żelaza i glinu, węglany wapnia i magnezu. Wśród **organicznych** związków stabilizujących glebę, wyróżniane są przejściowe lepiszcza, szybko rozkładane przez mikroorganizmy, obejmujące mikrobiologiczne i roślinne polisacharydy. Tymczasowymi lepiszczami są korzenie roślin, strzępki grzybni i niektóre grzyby. Aby trwałość struktury została utrzymana, te organiczne środki wiążące muszą być ciągle dostarczane do gleby. Trwałe wiążące środki składają się z odpornych aromatycznych substancji próchnicznych, związanych z wielowartościowymi kationami metali i silnie sorbujących polimerów. Są to frakcje materii organicznej bardziej odporne na rozkład.

Właściwości wodne gleby, zwłaszcza retencja wody użytecznej (dostępnej) dla roślin oraz przewodnictwo wodne, kształtują bilans wodny gleby oraz mają decydujący wpływ na warunki wzrostu, rozwoju i plonowania roślin. Determinują dostępność wody do systemu korzeniowego rośliny oraz przemieszczanie się jej wraz z rozpuszczonymi składnikami pokarmowymi do głębszych poziomów genetycznych. Do najważniejszych właściwości wodnych gleby zaliczane są: wilgotność aktualna, połowa pojemności wodna, retencja wody dostępnej dla roślin i przewodnictwo wodne.

Do **biologicznych wskaźników jakości gleby** zaliczane są m. in.: plony roślin, liczebność fauny glebowej (dżdżownic, wazonkowców, owadów i in.), liczebność mikroorganizmów, zawartość C i N w biomacie mikroorganizmów, oddychanie mikrobiologiczne gleby i aktywność enzymatyczna.

KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI GLEB = KSZTAŁTOWANIE PLONU

Wobec obecnych wyzwań środowiskowych konieczne jest zapewnienie prawidłowego odżywiania roślin.

5.3

Wobec obecnych wyzwań środowiskowych związanych z częstymi deficytami wody dostępnej dla roślin, skrajnie wysokimi temperaturami, niedostosowaniem gatunków do zmieniającego się klimatu, rutynowym (konwencjonalnym) podejściem do szeroko rozumianych praktyk uprawowych i nawozowych, **konieczna jest pełna ich optymalizacja i racjonalizacja w celu zapewnienia prawidłowego odżywiania roślin**. Tym sposobem zminimalizujemy produkcję surowców rolnych o wadliwym składzie mineralnym z zachwianymi proporcjami pomiędzy składnikami odżywczymi (tak istotnymi z punktu widzenia żywieniowego roślin i ludzi) oraz zoptymalizujemy plony. Pamiętajmy, że **naszym obowiązkiem jest nie zakłócać równowagi w glebach. Tylko zrównoważone działania dotyczące gleb pozwolą osiągnąć zrównoważone jakościowo plony**.

W prawidłowym odżywianiu roślin kluczowym elementem jest odpowiednia zawartość w glebie składników odżywczych w przyswajalnej formie dla roślin oraz – co szczególnie ważne – odpowiednie proporcje pomiędzy składnikami mineralnymi w glebie. Warstwa gleby powinna charakteryzować się jednocześnie odpowied-

nią miąższością i być wystarczająco luźna, wykazywać odpowiednie stabilne warunki wodno-powietrzne oraz proporcje pomiędzy wodą a powietrzem, aby zapewnić korzeniom roślin uprawnych oraz organizmom glebowym dopływ wody glebowej wraz z rozpuszczonymi w niej składnikami odżywczymi oraz dostęp powietrza.

Równoległe zaangażowanie fizycznych, chemicznych, fizyko-chemicznych oraz biologicznych czynników jest niezbędne w budowaniu zdrowia i jakości gleb oraz plonów roślin. Występują bowiem między nimi ścisłe związki przyczynowo – skutkowe, które determinują żyzność i urodzajność gleb. Są one ze sobą nierozzerwalnie powiązane i wzajemnie na siebie oddziałują, zatem muszą być traktowane całościowo, holistycznie.

Istotnym elementem w nowym spojrzeniu na glebę jest zrozumienie jej funkcjonowania, ale także znajomość nowych metod i sposobów jej analizy, a potem umiejętność właściwego działania w praktyce na polu, jako logicznej konsekwencji powstania nowego rodzaju danych.

AKTUALNA OCENA WŁAŚCIWOŚCI GLEBY TO PODSTAWA JEJ REGENERACJI

5.4

Z powodu niewłaściwego zarządzania glebami, nastąpiło naruszenie równowagi jonowej między składnikami pokarmowymi w łańcuchu produkcyjnym od pola do stołu.

Ubywające z gleb wraz ze zbiorem plonów składniki odżywcze uzupełniane są w postaci nawozów - głównie mineralnych. Nawozy te stosowane są często i jednostronnie, zaburzając pierwotny stosunek jonów występujących w glebie. Nie uzupełnia się składników wyczerpywanych w mniejszym stopniu przez rośliny. Stosowanie wyłącznie nawożenia mineralnego NPK - niesłusznie nazywane w praktyce nawożeniem pełnym, spowodowało naruszenie równowagi jonowej w glebach uprawnych, co jest bardzo niekorzystne*. Należy pamiętać jednak, że nie nawozimy roślin, tylko wprowadzamy do gleby nawozy, a te w zależności od wielu parametrów,

w tym równowagi pomiędzy nimi, będą pobierane przez roślinę uprawną. Zapomina się o zasadzie, że podstawowym źródłem składników mineralnych dla roślin jest gleba, a nawożenie powinno uzupełniać te składniki, które znajdują się w glebie w niedostatecznej ilości. Dostępność składników pokarmowych dla roślin to proces dosyć dynamiczny. Część składników dostarczonych z nawozami może ulec trwałemu związaniu w glebie, wymyciu, przemieszczeniu bądź ulotnieniu, dlatego określając dawki nawozów trzeba uwzględnić współczynnik ich wykorzystania.

**W nawożeniu obowiązuje prawo minimum opracowane przez Justusa von Liebiga mówiące, że podstawowe parametry plonu, jego wielkość i jakość są uwarunkowane czynnikiem występującym w najmniejszej ilości. Jeśli więc obok wysokiej dostępności dla roślin w środowisku glebowym większości składników mineralnych jeden występuje w ilościach niedoborowych, to właśnie on będzie powodował niski ilościowo plon, bądź jego kiepską jakość.*

Składniki mineralne wzajemnie na siebie oddziałują. Polega to na tym, że wysoki lub zbyt niski poziom jednego blokuje lub uniemożliwia pobranie drugiego składnika.

Z dotychczas przeprowadzonych badań wiadomo o następujących oddziaływaniach (wysoki i niski poziom - ogranicza możliwość występowania i pobierania):

WZAJEMNE ODDZIAŁYWANIE SKŁADNIKÓW MINERALNYCH (wysoki i niski poziom ogranicza możliwość występowania i pobierania):

WAPNIA – potasu, magnezu, boru, cynku, manganu, żelaza

POTASU – magnezu, boru, wapnia

FOSFORU – potasu, cynku, miedzi, żelaza

AZOTU – potasu, boru, miedzi

MIEDZI – żelaza, manganu

CYNKU – żelaza

MOLIBDENU – miedzi

MANGANU – żelaza

Duży wpływ na występowanie i pobieranie składników mineralnych ma odczyn - pH gleby. W warunkach niskiego pH (nadmierna kwasowość gleb) najbardziej dostępne dla roślin są mikroelementy metaliczne, zwłaszcza żelazo i cynk, najsłabiej zaś makroelementy - wapń i potas. W konsekwencji następuje zahamowanie wzrostu systemu korzeniowego, ograniczenie pobierania wielu składników mineralnych, zwłaszcza fosforu, wapnia, magnezu, a także molibdenu.

Rozwiązaniem w zakresie poprawy kondycji gleb jest rolnictwo regeneratywne, które nabiera coraz większego znaczenia wobec konieczności wzmocnienia jakości gleb, a tym samym poprawienia jej żyzności. Dbłość o jakość gleb będzie podstawowym celem nie tylko rolników i gospodarstw rolnych, ale przede wszystkim każdego producenta, ze względu na wzrost znaczenia bezpieczeństwa środowiskowego żywności i coraz większe w tym obszarze restrykcje.

ANALIZA GLEBY W ROLNICTWIE REGENERATYWNYM

5.5

Badania gleb to podstawa właściwego, efektywnego zarządzania gospodarstwem rolnym w XXI wieku.

Określenie właściwości chemicznych i fizyko-chemicznych powinno być podstawą dawkowania nawozów i optymalizacji plonów. Analiza laboratoryjna gleb jest niezwykle ważna w chemii rolnej. Dobór odpowiedniej metody badawczej warunkuje osiągnięcie dokładnego i rzetelnego wyniku.

Gleba, ze względu na swoją różnorodność i dynamikę zmian w niej zachodzących, wymaga stosowania odpowiednich metod analizy. Dlatego też rozszerzona analityka gleby wraz z diagnozą powinna być wykonana przed jakimkolwiek dodaniem do niej nawozów. Należy zdobyć wiedzę z jaką glebą przychodzi nam pracować i od jakiego poziomu zaczynamy jej regenerację.

Kluczowym elementem nowego podejścia oceny jakości stanu zaopatrzenia gleb w składniki pokar-

mowe jest wykonywanie analizy kompleksu sorpcyjnego gleb (CEC - cation exchange capacity), a potem określenie stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami, wyrażonego w procentowym udziale kationów zasadowych w bazie CEC, tj. Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ Na^+ oraz H^+ wg Williama*. Procent nasycenia kationami bazowymi wapnia, magnezu, potasu i sodu oraz stosunek tych kationów do siebie jest miarą zdolności gleb do zatrzymywania i uwalniania różnych elementów i związków, szczególnie dodatnio naładowanych składników odżywczych. Pojemność kompleksu sorpcyjnego różnych gleb można porównać do wiadra: niektóre gleby są jak duże wiadro (wysokie CEC), niektóre są jak małe wiadro (niskie CEC). Gleba piaszczysta z niewielką ilością materii organicznej będzie miała bardzo niskie CEC, natomiast gleba gliniasta z dużą ilością materii organicznej (jako humus) będzie miała wysokie CEC.

**Od lat dwudziestych do końca lat czterdziestych XX wieku dr William Albrecht, przeprowadził wiele eksperymentów z różnymi proporcjami kationów składników odżywczych, wapnia, magnezu, potasu i sodu w glebach. On i jego współpracownicy, pracujący w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Missouri, doszli do wniosku, że najsilniejsze, najzdrowsze i najlepiej odżywione rośliny były uprawiane w glebie, w której CEC gleby było nasycone do około 65% kationami wapnia, 15% magnezu, 4% potasu i 1% do 5% sodu (tak, nie sumują się one do 100%). Taki stosunek nie tylko zapewnia luksusowe poziomy tych składników odżywczych dla upraw i życia w glebie, ale także silnie wpływa na strukturę gleby i jej pH.*

POBIERANIE PRÓBEK GLEBOWYCH

5.5.1

Wpływ na rzetelność badań ma proces pobierania prób gleby.

Konsekwencją niewłaściwie przygotowanej próbki gleby jest zarówno zaburzony wynik analizy, jak i jego interpretacja oraz zalecenia w zakresie nawożenia. Proponowany poniżej sposób poboru próbek eliminuje te

zagrożenia. Kluczowe jest odejście od dotychczasowej praktyki poboru prób co cztery lata na rzecz corocznego poboru prób glebowych.

POBÓR PRÓBEK GLEBOWYCH ODBYWA SIĘ:

- z tego samego miejsca, poprzez koordynaty GPS,
- przez tę samą osobę, co gwarantuje jednolitość pobieranych prób.
- o tej samej porze roku, co gwarantuje porównywalność składu gleby w czasie,

Ważną zasadą jest również mikroprofilowy układ pobierania prób glebowych pozwalający na uzyskanie dynamicznego obrazu zmian gleby w układzie pionowym w danym miejscu pola. Próby gleby pobrane z tej samej lokalizacji oraz pola, uzyskane w corocznym horyzoncie czasowym, dają podstawy do racjonalnej gospodarki nawozowej umożliwiającej elastyczne i w pełni racjonalne realizowanie odżywiania roślin i gleby z pełnym poszanowaniem zmieniającego się środowiska oraz wymagań jakościowych żywności.

Analiza pobranej gleby wykonywana jest w możliwie szybkim odstępie czasu od jej poboru.

Analizując dane z badań w okresie corocznym możemy wykreślić trend wielkości danego parametru w czteroletnim horyzoncie czasowym. Pozwala to szybko i celowo wpływać na prognozowane zmiany w układzie poziomym (okres 1-2-3-4 lat) oraz umożliwia odpowiednie nawożenie.

ANALIZA GLEBY

5.5.2

Punktem wyjścia dla rolników chcących zacząć swoją przygodę z rolnictwem regeneratywnym jest wiarygodne oszacowanie CEC (Cation Exchange Capacity) gleby, na której pracują.

Zalecany testem glebowym dla zrównoważenia składników pokarmowych jest **test Mehlich 3**. Roztwór Mehlich 3 lub M3 jest ekstrahentem silnie kwasowym (pH 2,5). Test ten umożliwia zmierzenie nie tylko

ilość składników pokarmowych, które są łatwo dostępne dla roślin, ale także te, które są potencjalnie dostępne, tak zwane rezerwy.

Aby uzyskać pełne wyniki, należy wykonać test gleby Mehlich 3 dla wszystkich poniższych elementów mineralnych:

Kationy pierwszorzędowe	Aniony pierwszorzędowe	Elementy drugorzędne
Wapń	Fosfor	Bor
Magnez	Siarka	Żelazo
Potas		Mangan
Sód		Miedź
		Cynk

Przedstawione w tabeli pierwiastki to składniki pokarmowe dla roślin, których działanie dobrze rozumiemy i ważne jest, aby wszystkie one znajdowały się w glebie w odpowiednich ilościach. Nie jest konieczne poznanie ilości mikroelementów, aby zacząć przygodę

z rolnictwem regeneratywnym. Zwykłe testy glebowe nie mierzą ilości tych składników. Jednak, **aby odpowiedzialnie zarządzać swoim gospodarstwem oraz glebą zalecane jest poznanie pełnego spektrum jej możliwości i ograniczeń.**

ZALECANY PAKIET BADAŃ GLEBY W PODEJŚCIU REGENERATYWNYM:

pH w KCl/H₂O, odczyn, potrzeby wapnowania w mg/kg,

zawartość C-org, próchnica [w %],

konduktywność [w μS/cm],

ocena testem Mehlich 3 zawartości składników: P, K, Mg, Ca, B, Mn, Cu, Zn, Fe, S-SO₄, S, Ca, Mg, K, Na, H, Al; określenie CEC [w me/100g gleby].

ODPOWIEDNIA INTERPRETACJA I WYKORZYSTANIE WYNIKÓW BADAŃ GLEBY W REGENERATYWNYM ZARZĄDZANIU UPRAWAMI WPŁYWA NA:

obniżenie kosztów produkcji,

długoterminową stabilność produkcji,

wydajniejszą i efektywniejszą produkcję z poszowaniem środowiska,

produkcję zrównoważonej żywności.



Literatura:

RZEPAK

1. Bobrecka-Jamro D., Forodzyński G., Kotecki A. (red), Kozak M., Prusiński J., Pszczółkowska A., Szpunar-Krok E., Szukała J. 2020. *Uprawa roślin. Tom III. Wrocław 2020. ISBN 978-83-7717-342-8. Str. 305-377.*
2. Budzyński W.S. 2010. *Kapusta rzepak [w:] Rośliny Oleiste. Budzyński W.S., Zajac T. (red). PWRiL, Poznań, 15-102.*
3. Dzieżyk J. 1993. *Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. PWN, Warszawa – Wrocław, 28-36.*
4. Grzebisz W. 2011. *Technologie nawożenia roślin uprawnych – fizjologia plonowania. Tom 1, oleiste, okopowe i strączkowe. PWRiL Poznań.*
5. Kijewski Ł. 2013. *Wielokryteriowa analiza produkcji wybranych jednorocznych taksonów oleistych na cele spożywcze i energetyczne. Rozprawa doktorska. Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, UW-M w Olsztynie.*
6. Mrówczyński M., Pruszyński S. (red.) *Metodyka integrowanej produkcji rzepaku ozimego i jarego. GIORIN. Warszawa, 2020.*
7. Mrówczyński M. 2013. *Integrowana ochrona roślin rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony. T.1. Poznań, PWRiL, s.153.*
8. Mrówczyński M. 2013. *Integrowana ochrona roślin rolniczych. Zastosowanie integrowanej ochrony. T.2. Poznań, PWRiL, s.286.*
9. Muśnicki Cz. 2003. *Rośliny oleiste [w:] Szczegółowa uprawa roślin. Tom 2. Jasińska Z., Kotecki A. (red). Wydawnictwo Akademi Rolniczej we Wrocławiu, 371-504.*
10. Sokólski M. 2017. *Wielokryteriowa ocena efektywności produkcji nasion rzepaku ozimego w różnych systemach uprawy roli i siewu (niepublikowane). Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, UW-M w Olsztynie.*
11. Szempliński W. 2012. *Rośliny rolnicze. Wydawnictwo UW-M w Olsztynie.*
12. www.fao.org
13. www.ior.poznan.pl/plik,2830,metodyka-integrowanej-ochrony-i-produkcji-rzepaku-dla-doradcow-booklet-pdf.pdf

PSZENICA OZIMA

1. David C. Nielsen, Merle F. Vigil, Randy L. Anderson, Rudy A. Bowman, Joseph G. Benjamin, and Ardell D. Halvorson. 2002. *Cropping System Influence on Planting Water Content and Yield of Winter Wheat. CROPPING SYSTEMS.*
2. G. Pan, P. Smith, W. Pan. 2009. *The role of soil organic matter in maintaining the productivity and yield stability of cereals in China, Agric. Ecosyst. Environ.*
3. Hernández, D.B.T., Slater, K.B., Corbalá, T.R., and Shaffer, M.J. 2019. *Assessment of long-term tillage practices on physical properties of two Ohio soils. Soil and Tillage Research.*
4. Hosseini Farahi M, Aboutalebi A, Jowkar MM. 2017. *Effect of different media substrate and humic acid on growth and nutrient absorption of soilless cultured cut rose flowers. J Sci Technol Greenhouse Cults fahan Univ Technol.*
5. Huan Chen, Aixing Deng, Weijian Zhang, Wei Li, Yuqiang Qiao, Taiming Yang, Chengyan Zheng, Chengfu Cao, Fu Chen. 2018. *Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat. The Crop Journal.*
6. J.L. Purchase, H. Hatting, C.S. van Deventer. 2000. *Genotype × environment interaction of winter wheat (Triticum aestivum L.) in South Africa: II. Stability analysis of yield performance, S. Afr. J. Plant Soil.*

7. Küstermann, B., Munch, J.C., and Hülsbergen, K.J. 2013. *Effects of soil tillage and fertilization on resource efficiency and greenhouse gas emissions in a long-term field experiment in Southern Germany. European Journal of Agronomy.*

8. L. Litke, Z. Gaile and A. Ruza. 2018. *Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield. Quality. Agronomy Research.*

9. Najewski Andrzej. 2022. *Wstępne wyniki plonowania odmian w doświadczeniach porejestrowych w doświadczeniach porejestrowych. Zboża ozime (pszenica, pszenżyto, żyto). Wydawnictwo COBORU.*

10. M.C. Manna, A. Swarup, R.H. Wanjari, H.N. Ravankar, B. Mishra, M.N. Saha, Y.V. Singh, D.K. Sahi, P.A. Sarap. 2005. *Long-term effect of fertilizer and manure application on soil organic carbon storage, soil quality and yield sustainability under sub-humid and semi-arid tropical India, Field Crops Res.*

11. Milan Biberdzic, Sasa Barac, Dragana Lalevic, Aleksandar Djikic, Danijela Prodanovic, Vera Rajcic. 2020. *Influence of soil tillage system on soil compaction and winter wheat yield Chilean journal of agricultural research*

12. Olga S. Bezuglova, Andrey V. Gorovtsov, Elena A. Polienko, Vladimir E. Zinchenko, Artyom V. Grinko, Vladimir A. Lykhan, Marina N. Dubinina, Aleksander Demidov. 2019. *Effect of humic preparation on winter wheat productivity and rhizosphere microbial community under herbicide-induced stress. HUMIC SUBSTANCES AND NATURE-LIKE TECHNOLOGIES.*

13. PHILLIPS PAS W. A., ALBERS R. 1999. *The Effect of Herbicide Application During the Winter on Forage Production, Animal Performance, and Grain Yield of Winter Wheat. The Professional Animal Scientist.*

14. Rosa Anna, Dudek Michał, Siemiński Paweł, Sadowski Arkadiusz, Bartosik Sebastian, Kaczmarek Paweł, Łata Kacper, Markowicz Marcin, Petrovic Jurij, Dykes Iain. 2022. *Biologizacja- Klucz do zrównoważonego rolnictwa.. Katalog dobrych praktyk. IRWIR PAN.*

15. Rusu, T., Moraru, P.I., Ranta, O., Drocas, I., Bogdan, I., Pop, A.I., et al. 2011. *No-tillage and minimum tillage-their impact on soil compaction, water dynamics, soil temperature and production on wheat, maize and soybean crop. Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Agriculture.*

16. Sagadat Turebayeva, Aigul Zhapparova, Gulnur Kekilbayeva, Sayagul Kenzhegulova, Khaiyrnisa Aisakulova, Gainiya Yesseyeva, Anuarbek Bissembayev, Biljana Sikirić, Dossymbek Sydyk, Elmira Saljnikov. 2022. *Development of Sustainable Production of Rainfed Winter Wheat with No-Till Technologies in Southern Kazakhstan.*

ZIEMNIAK

1. Ahmed, F., Mondal M. M. A. and Akter Md. B. 2019. *Organic fertilizers effect on potato (Solanum tuberosum L.) tuber production in sandy loam soil. International Journal of Plant & Soil Science.*

2. Drozda A., Kurpisz B., Arasimowicz-Jelonek M., Kuźnicki D., Jagodzki P., Yufeng G. i Floryszak-Wieczorek J. 2022. *Nitric Oxide Implication in Potato Immunity to Phytophthora infestans via Modifications of Histone H3/H4 Methylation Patterns on Defense Genes. International Journal of molecular.*

3. Dzieńka S., Szarek P., Pużyński S. 2004. *Plonowanie i jakość bulw ziemniaka w zależności od systemu uprawy roli i rodzaju nawożenia organicznego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych.*

4. Kuźnicki D., Meller B., Arasimowicz-Jelonek M., Braszewska-Zalewska A., Drozda A. i Floryszak-Wieczorek J. 2019. *BABA-Induced DNA Methylation Adjustment to Intergenerational Defense Priming in Potato to Phytophthora infestans. Frontiers in Plant Science.*

5. Kusińska A. 1996. *Wpływ systemu uprawy żyta i ziemniaków na zawartość i skład frakcyjny próchnicy glebowej. Roczniki Gleboznawcze.*

6. Munoa L., Chacaltana C., Sosa P., Gastelo M., zum Felde T., Burgos G. 2022. *Effect of environment and peeling in the glycoalkaloid concentration of disease-resistant and heat-tolerant potato clones. Journal of Agriculture and Food Research.*

7. Liu, E. Y., Li, S., Lantz, V., Olale, E. 2019. *Impacts of Crop Rotation and Tillage Practices on Potato Yield and Farm Revenue. Agronomy Journal.*

8. McCown, B.H., Kass, L. 1977. *Effect of production temperature of seed potatoes on subsequent yielding potential. American Potato Journal.*

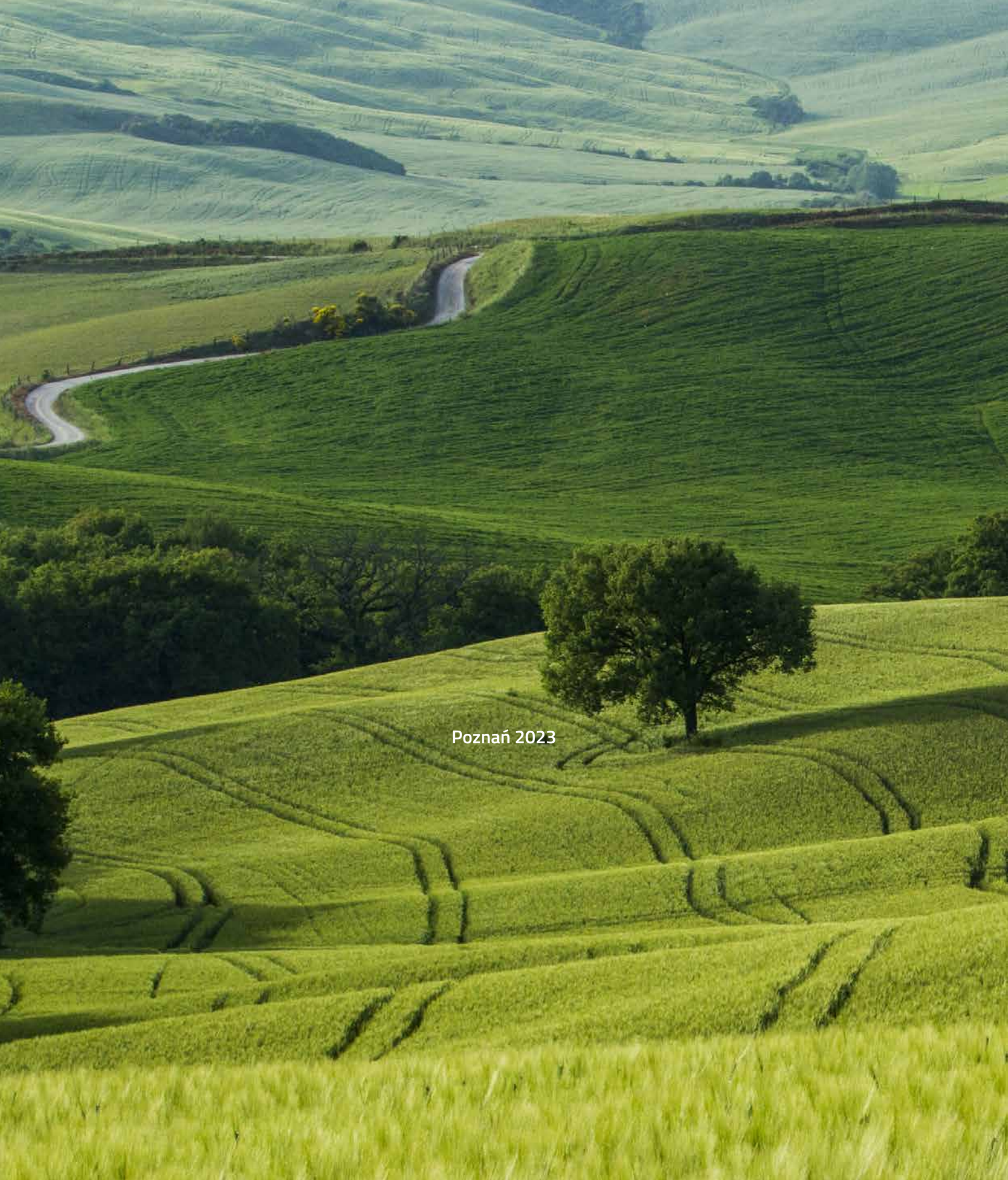
9. Meller B., Kuźnicki D., Arasimowicz-Jelonek M., Deckert J. i Floryszak-Wieczorek J. 2018. *BABA-Primed Histone Modifications in Potato for Intergenerational Resistance to Phytophthora infestans. Frontiers in Plant Science.*

10. Miller, J.S., Olsen, N., Woodell, L. 2006. *Post-harvest applications of zoxamide and phosphite for control of potato tuber rots caused by oomycetes at harvest. American Journal of Potato Research.*
11. Muñoa L., Chacaltana C., Sosa P., Gastelo M., zum Felde T., Burgos G. 2022. *Effect of environment and peeling in the glycoal-kaloid concentration of disease-resistant and heat-tolerant potato clones. Journal of Agriculture and Food Research.*
12. Ninh H. T., Grandy A. S., Wickings K., Snapp S. S., Kirk W., Hao J. 2014. *Organic amendment effects on potato productivity and quality are related to soil microbial activity. Plant Soil.*
13. Rosa A., Dudek M., Siemiński P., Sadowski A., Bartosik S., Kaczmarek P., Łata K., Markowicz M., Petrovic J., Dykes I. 2022. *Biologizacja - Klucz do zrównoważonego rolnictwa. Katalog dobrych praktyk. IRWIR PAN*
14. Essah S. Y. C., Delgado J. A., Dillon M. , Sparks R. 2012. *Cover Crops Can Improve Potato Tuber Yield and Quality. Hort Technology.*
15. Khatami S. A., Alebrahim M. T., Majd R. 2017. *The Effect of Rimsulfuron Application Time and dose on Weed Control and Potato (Solanum tuberosum) Tuber Yield. Iranian Journal of Weed Science.*
16. Seyedbagheri Mir-M. 2010. *Influence of Humic Products on Soil Health and Potato Production. Potato Research.*
17. Sobiech S., Rymaszewski J., Gładyszek S., Czajka M., 1996. *Wpływ deszczowania na plonowanie odmian ziemniaka. Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych.*
18. Wanic M., Kostrzewska M.K., Myśliwiec M., Brzecz G.M. 2013. *Wpływ wsiewek międzyplonowych i płodozmianu na niektóre fizyczne i chemiczne właściwości gleby. Fragm. Agron.*
19. Wierzbicka A. 2012. *Wpływ odmiany, nawożenia azotem i terminu zbioru na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaków wczesnych. Fragm. Agron.*

SOJA

1. Anken T., Weiskopf P., Zihlmann U., Forrer H., Jansa J., Perhacova K. 2004. *Long-term tillage systems effects under moist cool conditions in Switzerland. Soil and Tillage Research, 78, 171–183.*
2. Bleharczyk A., Małeczka I., Sierpowski J. 2007. *Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na fizyko-chemiczne właściwości gleby. Fragmenta Agronomica, 24(1), 7–13.*
3. Bobrecka-Jamro D., Forodnyński G., Kotecki A. (red), Kozak M., Prusiński J., Pszczółkowska A., Szpunar-Krok E., Szukała J. 2020. *Uprawa roślin. Tom III. Wrocław 2020. ISBN 978-83-7717-342-8. Str. 161- 201*
4. Dzienia S., Pużyński S., Wereszczaka J. 2001. *Impact of soil cultivation systems on chemical soil properties. Electronic journal of polish agricultural universities, Ser. Agronomy, 4(2), #5.*
5. Haegele J.W., Below F.E. 2013. *The six secrets of soybean success: improving management practices for high yield soybean production. Available at: <http://cropphysiology.cropsci.illinois.edu/documents/2012%20Six%20Secrets%20of%20Soybean%20Success%20report.pdf>. Access on: Nov. 8, 2015.*
6. Herse J., Szyrmer J. 1968. *Wyniki badań nad uprawą soi. Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.*
7. Jaskulski D., Jaskulska I. 2016. *Współczesne sposoby i systemy uprawy roli w teorii i praktyce rolniczej, Poznań 2016, ISBN 978-83-60232-75-0, 5-28.*
8. Klavivko E.J., D.R. Griffith and J.V. Mannering. 1986. *Conservation tillage effects on soil properties and yield of corn and soybeans in Indiana. Soil and Tillage Res. 8.*
9. Koźmiński C. 1981. *Temperatura gleby na głębokości 5 cm w Polsce. Akademia Rolnicza w Szczecinie, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Szczecin.*
10. Melero S., Panettieri M., Madejón E., Gómez Macpherson H., Moreno F., Murillo J.M. 2011. *Implementation of chiseling and mouldboard ploughing in soil after 8 years of no-till management in SW, Spain: Effect on soil quality. Soil and Tillage Research, 112: 107–113.*

11. Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. 2010. *The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review. Soil and Tillage Research, 108: 1–15.*
12. Mota F.S. 1978. *Soya bean and weather. World Meteorological Organization, XVI, 498, 64.*
13. Peevy W.J., Newman B.E., Sedberry J.E., Brupbacher R.H. 1972. *The influence of soil reaction residual soil phosphorus and fertilizer phosphorus on the yield of soybeans grown on Olivier silt Loam. Louisiana State University Agricultural Experiment Station Reports, 669, 1–20.*
14. Szyrmer J., Szczepańska K. 1982. *Screening of soybean genotypes for cold-tolerance during germination. Zeitschrift für Pflanzenzüchtg, 88; 255–260.*
15. www.fao.org
16. www.ior.poznan.pl/2138, metodyka-integrowanej-ochrony-i-produkcji-soi-dla-doradcow-2020



Poznań 2023



Co-funded by the
European Union