

Piotr Jakubowski

08

REGENERATYWNA UPRAWA UPROSZCZONA

PRZEWODNIK ROLNICTWA
REGENERATYWNEGO



TERRA
NOSTRA
FUNDACJA



Co-funded by the
European Union

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO - REGENERATYWNA UPRAWA UPROSZCZONA

Autor:

Piotr Jakubowski

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



Co-funded by the
European Union

EIT Food

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

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

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

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

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

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

Dowiedz się więcej na: www.eitfood.eu

Fundacja Rozwoju Rolnictwa Terra Nostra

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

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

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

Dowiedz się więcej na stronie www.fundacjaterranostra.pl

08

REGENERATYWNA UPRAWA UPROSZCZONA

**PRZEWODNIK ROLNICTWA
REGENERATYWNEGO**

SPIS TREŚCI

■	1.	WSTĘP	str. 5
■	2.	TYPY GLEB	str. 7
■	3.	WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE GLEBY I ZALEŻNE OD NICH ZASADY UPRAWY	str. 12
■	4.	RODZAJE ZABIEGÓW W SYSTEMIE UPROSZCZONYM	str. 15
■	4.1.	Uprawki późniwne	str. 16
■	4.2.	Uprawa głęboka z wysiewem bezpośrednim poplonów	str. 17
■	4.3.	Głęboszowanie z wałem	str. 18
■	4.4.	Mulczowanie poplonów lub cięcie wałami nożowymi	str. 20
■	4.5.	Uprawa broną talerzową	str. 21
■	4.6.	Uprawa kultywatorem z wałem	str. 22
■	4.7.	Zabiegi uprawy pasowej	str. 23
■	5.	PODZIAŁ MASZYN – RÓŻNE SYSTEMY UPRAWOWE	str. 25
■	5.1.	Szeroko-rzędowe systemy uprawowo-siewne	str. 25
■	5.2.	Wąsko-rzędowe systemy uprawowo-siewne	str. 30
■	5.3.	Uniwersalne systemy Strip-Till	str. 33
■	6.	KIERUNKI ROZWOJU TECHNOLOGII I ZASTOSOWANIA UPRAWY UPROSZCZONEJ	str. 33
■	7.	PODSUMOWANIE	str. 37
■		Literatura	str. 38



WSTĘP

(R)Ewolucja w uprawie gleby. Uprawa gleby to jedno z zadań służących człowiekowi od zarania dziejów, jednak narzędzia i sposoby jej obróbki znacznie różniły się od siebie w zależności od czynników środowiskowo-bytowych.

Zróżnicowanie i trudności związane z uprawą wynikają bowiem z ogromnej różnorodności gleb, klimatu, budowy profilu glebowego, jakości podglebia, zawartości próchnicy, nawożenia oraz innych czynników. Ciągłe poszukiwanie sposobów na osiągnięcie jak najwyższych plonów roślin przyczyniło się do rozwoju wielu technologii i metod uprawy roli.

Historia uprawy gleby rozpoczęła się od tzw. „sochy” czyli dwuramiennego narzędzia zakończonego rylcami, mieszającymi resztki organiczne i spulchniające wierzchnią warstwę w celu przygotowania do siewu lub sadzenia kolejnej rośliny. Z latami po szerokim stosowaniu kolejnego wynalazku jakim były różnego typu pługi, orka przyniosła wiele negatywnych konsekwencji, których odwrócenie okazało się wieloletnim procesem naprawczym. Równolegle na świecie już w XIX wieku bardziej świadomi rolnicy rozpoczęli poszukiwanie bezorkowych systemów uprawy gleby. Doświadczenia praktyczne prowadzone w Anglii przez Aleksandra Beatsona już przed 1828 rokiem dowodzą początków płytkiej uprawy zamiast orki w produkcji rolniczej. W Czechach w 1835 r. Horsky Frantisek zaproponował system uproszczonej uprawy, w której wprawdzie dopuszczał zastosowanie pługa, ale tylko w sytuacji konieczności odwrócenia zasobnej gleby po przemyciu składników w niższe warstwy gruntu. Poza tym zalecał głębsze spulchnianie bez pługa na 15 cm głębokości, bez odwracania gleby.

Na przełomie XIX i XX wieku w Polsce Jan Owsieński, a za nim kolejni zwolennicy nowoczesnych systemów uprawy, opisali efekty rozwoju roślin w zależności od sposobu uprawy. Już ponad 120 lat temu zostały określone tropizmy roślin, mówiące o zwiększonym potencjale rozwoju generatywnego w sytuacji kontrolowanego stresu, a więc nie w pełni idealnych warunkach, również uprawowych. Sprzyjającym nadmiernej wybujałości roślin

przez ich rozwój wegetatywny jest środowisko w pełni dostatnie. W celu optymalizacji warunków do wytworzenia zwiększonej ilości i jakości nasion roślin zalecane było zwiększenie wykorzystywania uprawy płytkiej i wprowadzenie siewu pasowo-rzędowego.

W Stanach Zjednoczonych od końca XX wieku, stopniowo wdrażany i rozpowszechniony został system Dry Farming, w którym pola uprawne orze się maksymalnie raz na dwa lata w celu oszczędzania wilgoci zawartej w glebie. Doświadczenia we Francji od kilku dekad dążą już także do uprawy wyłącznie podglebia, a zmniejszenia uprawy całej warstwy ornej. Wszystkie te działania mają przy okazji zapobiegać erodowaniu gleb.

Efekty wprowadzenia i konsekwentnie prowadzonej uproszczonej uprawy zostają osiągnięte już w pierwszych latach zmiany. Trwałe przemiany jakie zachodzą w glebie pokazują badania przeprowadzone po 10 latach prowadzenia uproszczonej uprawy w gospodarstwie, w porównaniu z glebami sąsiednich gospodarstw uprawiających pola w systemie tradycyjnym, orkowym. Wynikiem bardzo pozytywnie wpływającym na podniesienie wartości produkcyjnej gleb w gospodarstwie z uproszczeniami jest zwiększenie o 2-9% zdolności do pęcznienia agregatów glebowych, a więc zwiększenie jej pojemności sorpcyjnej. Równolegle tradycyjnie uprawiane gleby wykazały mniejszą pojemność wodną kapilar o około 4%, co w kontekście zmiany klimatu i dostępności wilgoci w krytycznych okresach w roku może mieć znaczenie fundamentalne. Odbudowa parametrów gleb zwiększających elastyczną możliwość dostosowania się roślin i ich adaptację do różnych warunków to inaczej regeneracja. Finalnym celem jaki mamy w ten sposób szansę osiągnąć jest bezpieczny poziom produktywności z zachowaniem jednolitej jakości zdrowych surowców do produkcji żywności.

Gleba na polu uprawianym w systemie regeneratywnym.
Fot. P. Jakubowski





Płody zbieranych zbóż, roślin bobowatych (grochu)
oraz rzepaku w gospodarstwach regeneratywnych.
Fot. P. Jakubowski



2



TYPY GLEB

Na świecie występuje wiele typów gleb, a ich rozmieszczenie w poszczególnych regionach jest zróżnicowane.

Wpływ na ich kształtowanie miały zarówno zmiany geologiczne zachodzące miliony lat temu na Ziemi, jak również zmiany ostatnich tysiącleci i stuleci - odkąd historycznie człowiek rozpoczął użytkować glebę

pod kątem produkcyjnym. W zależności od regionu, topografii terenu, jej powstawania i rodzaju zagospodarowania w wieloletnich zmieniał się zróżnicowanie cech wpływających na produktywność gleb.

Gleby strefowe:

- bielcowe
- płowe
- brunatne właściwe
- brunatne kwaśne
- czarnoziem

Gleby astrefowe:

- czarne ziemie
- mady
- gleby bagienne
- rędziny
- inicjalne gleby górskie
- gleby antropogeniczne

Gleby strefowe to takie, których występowanie uzależnione jest głównie od warunków klimatycznych występujących na danym obszarze w tym między innymi od strefowości klimatyczno – roślinnej, w tym w istotnej mierze od opadów i temperatury.

Gleby astrefowe to z kolei gleby posiadające słabo wykształcony profil glebowy, a swoje występowanie zawdzięczające między innymi działalności człowieka. Zaliczają się do nich zasadowe, żyzne gleby powstałe na podłożu skał wapiennych i węglanowych, które charakteryzuje wysoka zawartość próchnicy oraz płytkie gleby górskie.

W bardzo długiej historii użytkowania gleb zmieniały się też czynniki determinujące ich potencjał plonotwórczy. Na poprawę właściwości gleb wpływ miało między innymi prowadzenie hodowli zwierząt, a więc produkcja obornika lub innych nawozów natu-

ralnych, które trafiając na pola poprawiały ich żyzność. Przyrost materii organicznej w glebie następował również poprzez uprawę większej liczby gatunków, czyli bogatsze zmianowanie i zostawianie resztek pożywnych na polu. Materia organiczna gleby pochodzi zasadniczo z resztek materiału roślinnego i zwierzęcego, przetworzonego w procesie humifikacji przez drobnoustroje i rozkładanego pod wpływem temperatury, wilgotności i warunków wewnątrz-glebowych. Materia organiczna odgrywa główną rolę w utrzymaniu funkcjonowania życia gleby ze względu na wpływ na jej strukturę i stabilność. Wpływa też na retencję wody, różnorodność biologiczną gleby oraz stanowi źródło składników odżywczych dla roślin. Głównym składnikiem substancji organicznej gleby jest węgiel organiczny. Poziom węgla organicznego w glebie jest jednak bardzo zróżnicowany.

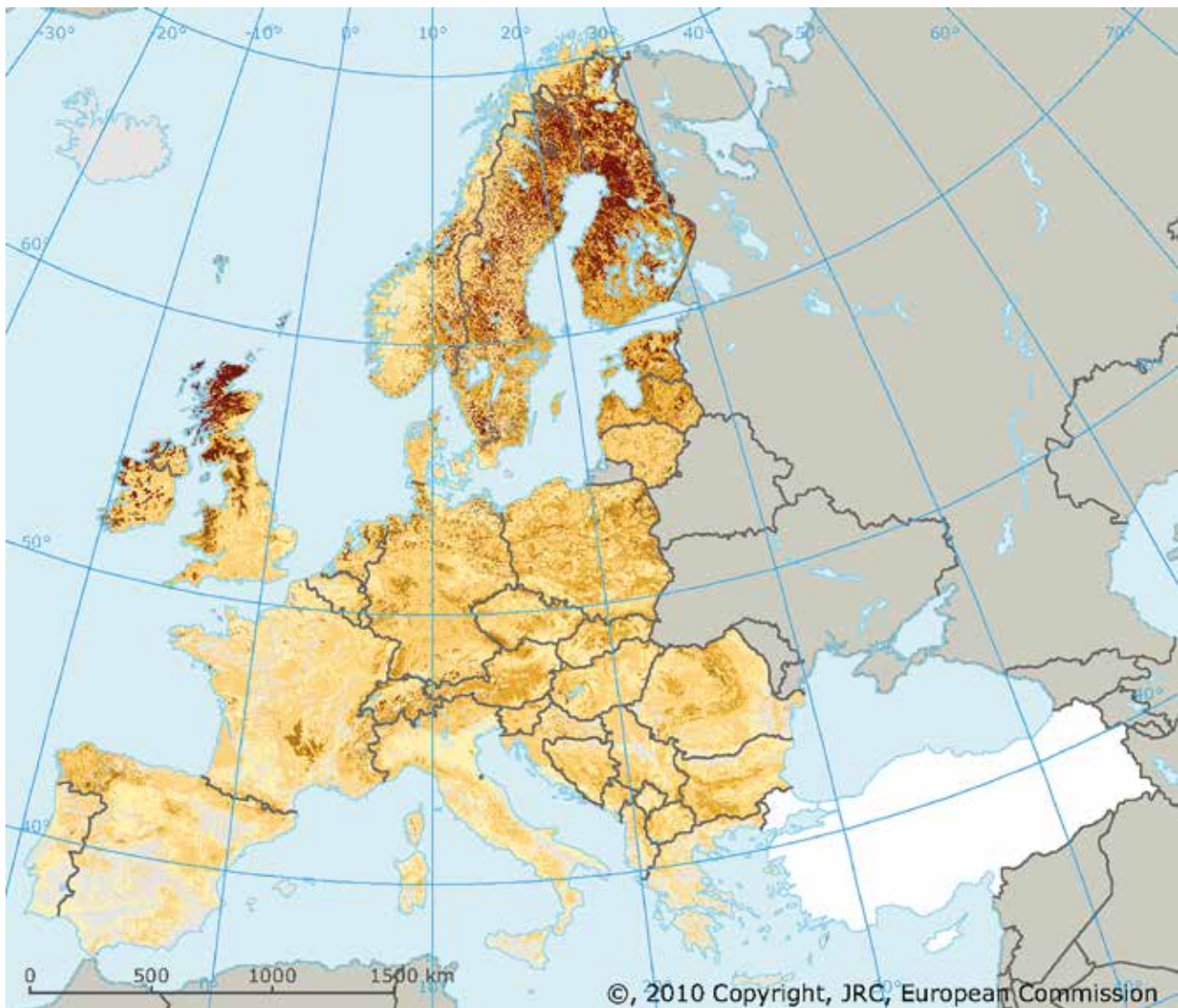
Mapa 1. Główne typy gleb w Europie.



- | | |
|--|--|
| <p>Gleby płowe zaciekowe: Kwaśne gleby o wybielonym materiale warstwy powierzchniowej zaciekającym do podglebia</p> <p>Andosole: Młode gleby powstałe w porowatych osadach wulkanicznych</p> <p>Arenosole: Gleby powstałe na bogatych w kwarc, piaszczystych osadach, takich jak wydmy nadbrzeżne lub pustynie</p> <p>Kalcisole: Gleby ze znaczną zawartością węgla wapnia</p> <p>Kambisole: Młode gleby z umiarkowanie rozwiniętymi warstwami</p> <p>Czarnoziemy: Ciemne, żyzne gleby z warstwą powierzchniową bogatą w materię organiczną</p> <p>Kriosole: Gleba będąca pod wpływem wiecznej zmarzliny lub procesów kriogenicznych</p> <p>Fluwisole: Gleby warstwowe, znajdujące się głównie na terenach zalewowych i bagnach pływowych</p> <p>Glejssole: Gleby nasycone przez długi czas wodami gruntowymi</p> <p>Gipsosole: Gleby terenów suchych charakteryzujące się wysoką zawartością gipsu</p> <p>Histosole: Gleby organiczne z warstwami częściowo rozłożonych szczątków roślinnych</p> <p>Kasztanoziemy: Gleby suchych terenów stepowych z warstwą powierzchniową bogatą w materię organiczną</p> <p>Leptosole: Płytke gleby znajdujące się na twardych skałach lub podłożu żwirowym</p> | <p>Luwisole: Żyzne gleby z zawartością ilu w podglebiu</p> <p>Feoziemy: Ciemne, umiarkowanie wypłukane gleby o warstwie powierzchniowej bogatej w materię organiczną</p> <p>Planosole: Gleby o okresowej stagnacji wody ze względu na nagłą zmianę w teksturze między warstwą powierzchniową a podglebiem, która utrudnia odpływ wody</p> <p>Podzole: Kwaśne gleby z podpowierzchniową zawartością żelaza, gliny i związków organicznych</p> <p>Regosole: Młode gleby o słabo rozwiniętym profilu</p> <p>Sołonczaki: Gleby wzbogacone w sól dzięki parowaniu słonych wód gruntowych</p> <p>Sołonce: Zasadowe gleby z ilastymi agregatami o pryzmatycznym kształcie i bogatej w sól warstwie podpowierzchniowej</p> <p>Stagnosole: Gleby ze stojącą wodą powierzchniową ze względu na wolno przepuszczalną warstwę podglebia</p> <p>Technosole: Gleby ze znaczną zawartością artefaktów wytworzonych przez człowieka lub ściśle zamknięte nieprzepuszczalnym materiałem</p> <p>Umbrisole: Młode, kwaśne gleby z ciemno zabarwioną warstwą powierzchniową bogatą w materię organiczną</p> <p>Wertisole: Ciężkie gleby ilaste z tendencją do pęcznienia pod wpływem wilgoci i pęknięcia w okresie suchym</p> |
|--|--|

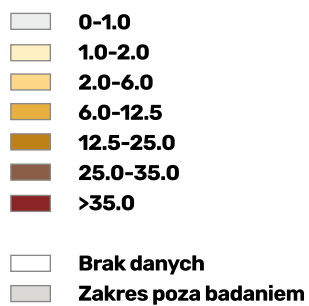
Źródło: JOINT RESEARCH CENTRE, European Soil Data Centre (ESDAC)

Mapa 2. Zawartość węgla organicznego (%) w warstwie uprawnej gleb w Europie.



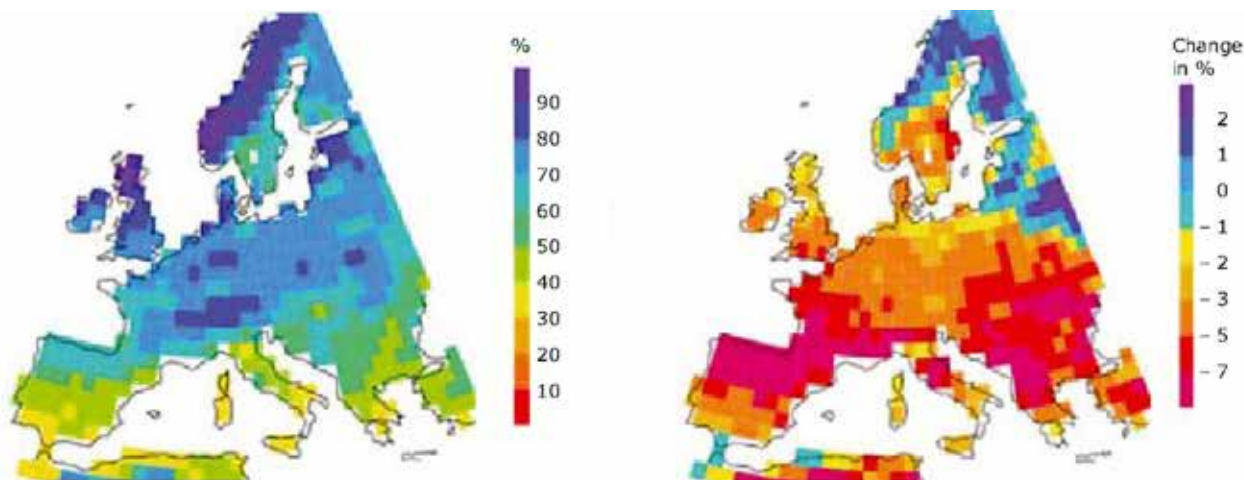
Zawartość organicznego węgla w warstwie wierzchniej gleby.

węgiel organiczny (%)



Źródło: JOINT RESEARCH CENTRE

Mapa 3. Letnie warunki wilgotnościowe gleb w Europie w latach 1961–1990 (po lewej) i prognozowane zmiany na lata 2070–2080 (po prawej)



Źródło: Symulacja globalnego modelu klimatu ECHAM5

Blisko 45 % gleb mineralnych w Europie ma niską lub bardzo niską zawartość substancji organicznej oscylującą poniżej 2%. Kolejne 45% europejskich gleb cechuje zawartość substancji organicznej w granicach 2–6%. Niski poziom występuje szczególnie w krajach Europy południowej. Około 74% powierzchni tej części kontynentu zajmują gleby, które zawierają mniej niż 2% węgla organicznego w wierzchniej warstwie gleby (0–30 cm). Niski poziom materii organicznej nie jest jednak ograniczony wyłącznie do południa Europy. Niemalże wszędzie można znaleźć obszary o niskiej zawartości materii organicznej w glebie, łącznie z niektórymi częściami północnych krajów takich jak Wielka Brytania, Norwegia, a także Belgia, Polska i Niemcy. Wynika to z bardzo dużej mozaikowości gleb co obrazuje mapa 1.

Odwrotne działania to wyjaławianie stanowisk czyli wykorzystywanie gruntów przy braku stosowania obornika i ubogie zmianowanie lub monokultura. Takie wykorzystanie oddziałuje zubażająco na glebę. Było tak w minionych dekadach, jak również w obecnym użytkowaniu i zagospodarowaniu gleb. Działania towarzyszące prowadzonej gospodarce mają kolosalny wpływ na najważniejsze cechy użyteczności i przydatności rolniczej

gleb w zmieniających się warunkach klimatycznych. Aktualnie do najważniejszych cech wiążących się bezpośrednio z zawartością materii organicznej w glebie, poziomem uregulowania parametrów fizykochemicznych oraz jej życiem biologicznym, należy zdolność do akumulowania składników odżywczych i wody. Cechy te determinują podatność danych stanowisk glebowych na suszę.

W wielu rejonach, szczególnie na południu Europy, obserwujemy wysychanie cieków, obniżanie się poziomu wód gruntowych, a przy tym występowanie opadów nawałnych w ponad normatywnych ilościach. Przez dekady degradacji gleb i środowiska, widząc postępujące kataklizmy i klęski dotykające bezpośrednio lub pośrednio obszary działalności rolniczej jak najbardziej aktualnym jest stwierdzenie, że jest już coraz mniej czasu na naprawienie i ratowanie naturalnego stanu gleb. Wszystkie działania rolnictwa regeneratywnego mają na celu dać rolnikom swego rodzaju instrukcję do misji gospodarowania w sposób zgodny z wykorzystywaniem zasobów naturalnych, bez zakłócania i nadwyrężania natury. Działania te są wyjątkową szansą powrotu do żyzności gleb i wykorzystywania w zgodzie z naturalnymi dobrami ich potencjału. Wszystko dla dobra rolnika.

3

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE GLEBY I ZALEŻNE OD NICH ZASADY UPRAWY



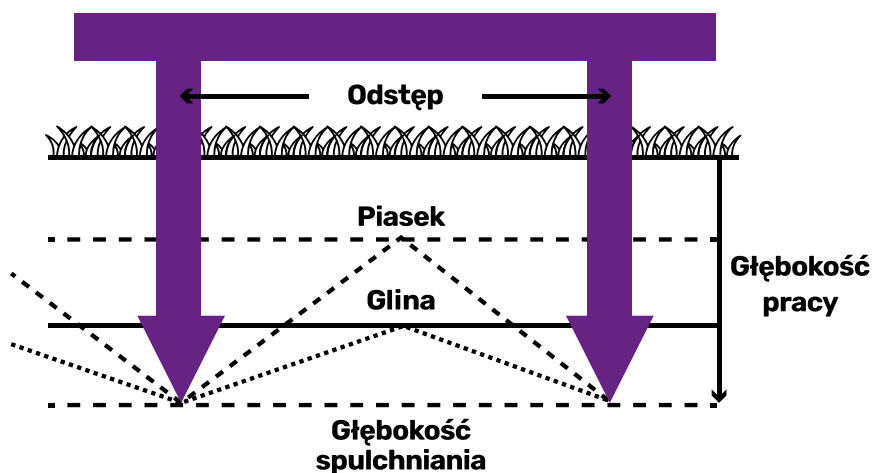
Nie ma możliwości wyboru właściwej technologii uprawy gleby bez znajomości jej parametrów i oceny aktualnej sytuacji zasobności, uregulowania odczynu pH gleby oraz ogólnej zawartości materii organicznej. Próchnica zawarta w glebie jak i to czy stosujemy na danym polu nawożenie organiczne, czy mamy resztki poźniowe na powierzchni gleby po zbiorze, czy musimy uprawę przeprowadzić na polu z resztkami roślin poplonowych, to wszystko determinuje odpowiednie kierunki doboru maszyn rozdrabniających resztki, mieszających je z glebą i uprawiających spulchniając na pożądaną głębokości.

W zależności od typu gleby zalecane jest różnokierunkowe podejście w doborze techniki uprawy w systemie uproszczonym, a więc dotyczy to praktycznie wszystkich zabiegów w technologii produkcji. Biorąc pod uwagę rodzaj gleby, jej strukturę, a w szczególności uwilgotnienie, wybór narzędzi, terminu i parametrów pracy będzie zróżnicowany.

Wilgotność stanowiska jest więc kluczowa. Zasada obowiązująca w zakresie uprawy opiera się na fundamentalnym założeniu regulowania stosunków powietrzno-wodnych poprzez zabiegi uprawowe. Im gleba jest bardziej uwilgotniona – tym płycej powinniśmy ją uprawiać. Im bardziej sucho tym penetracja narzędziami uprawowymi powinna być głębsza.

Jednym z kluczowych parametrów powiązanych z typem gleby i koniecznych do uwzględnienia na początku doboru maszyny uprawowej jest rozstaw elementów roboczych maszyny. Związana z tym będzie głębokość pracy maszyny i efektywność uzyskanego spulchnienia. Na glebach lżejszych, piaszczystych, uprawa powinna odbywać się z większym zagęszczeniem elementów roboczych, natomiast im gleby cięższe i zawierają więcej frakcji gliniastych, ilość elementów roboczych może być rozmieszczona rzadziej.

Rysunek 1. Zależność głębokości spulchnienia gleby od głębokości pracy na różnych typach



Zasadę pracy na przykładzie łap kultywatora przedstawia schemat na rysunku 1, na którym zaznaczony jest sposób oddziaływania pracujących części maszyny na miejsce w profilu glebowym. Im gleba cięższa tym miejsce oddziaływania będzie umiejscowione głębiej, a im lżejsza tym płycej. Oznacza to, że w efekcie, źle dobrany kultywator lub głębosz będzie zostawiał na danym polu z glebą lekką miejsca nienaruszone tzw. „caliznę”. Po tak wykonanej uprawie może dojść do pasowych wschodów i bardzo niewyrównanego wzrostu roślin. Dzieje się tak ze względu na nieuregulowa-

ne stosunki powietrzno-wodne na powierzchni pola. Efektem jest nierówne uwilgotnienie i nieodpowiednio przygotowana strefa wzrostu i rozwoju korzeni roślin. W przypadku zbyt gęstych elementów roboczych np. łap kultywatora podczas uprawy gleb średnich, a tym bardziej ciężkich, jak mady lub lessy dochodzić będzie do znacznego spadku efektywności i wydajności pracy, a przez to zwiększą się nakłady energetyczne na wykonanie pracy. Warto więc zwrócić szczególną uwagę na dopasowanie parametrów maszyny do czynników limitujących prawidłowe wykonanie zabiegów uprawowych.

Czynniki wpływające pozytywnie na warunki uprawy:

- optymalne uwilgotnienie gleby
- wysoka zawartość próchnicy
- brak nadmiernego zagęszczenia
- uregulowana zasobność gleby i odczyn pH
- aktywność organizmów glebowych
- bogaty płodozmian - uprawa gatunków z głębokim systemem korzeni
- stosowanie okrywy gleby w celu akumulacji składników i wody

Czynniki o negatywnym wpływie na uprawę:

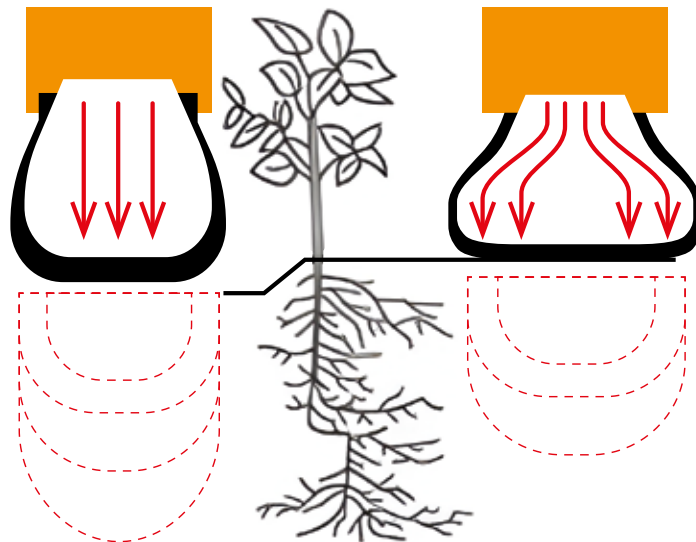
- nadmierne uwilgotnienie lub skrajne przesuszenie gleb
- brak materii organicznej w glebie
- wysokie zagęszczenie gleby
- gleby o nieuregulowanym pH i zasobności
- brak lub ograniczone życie biologiczne
- monokultura i uprawa tych samych gatunków po sobie w tzw. krótkim płodozmianie, szczególnie z wykorzystaniem maszyn degradujących strukturę gruzłkową lub obniżających poziom próchnicy

Dla poprawienia jakości warunków uprawy należy stosować elementy zwiększające bezpieczeństwo gleb przed ich degradacją w ubocznym efekcie prac polowych.

Gleba w okresie wegetacyjnym jest ugniatana średnio 2,5 nawet do 8 razy, zatem ograniczenie ilości przejazdów pozytywnie wpływa na obniżenie odsetka procentowego nadmiernie zagęszczonej powierzchni pola. Przy intensywnej uprawie przyjmuje się, że niezagęszczona nadmiernie powierzchnia pola stanowi jedynie 10%. Zagęszczeniu gleby sprzyja nadmierne uwilgotnienie

podczas uprawy, ale też wszystkie inne prace i przejazdy odbywające się na polu w ciągu roku. W uprawie uproszczonej ten odsetek jest niewspółmiernie wyższy. Można przyjąć, że relacja udziału powierzchni nadmiernie zagęszczonej do niezagęszczonej jest wręcz odwrotna czyli jedynie 10-20% pola jest zagęszczona nadmiernie. Wchodzi tu przede wszystkim powierzchnie ścieżek przejazdowych oraz uwrocia pól, gdzie podczas zabiegów uprawy zestaw musi zawracać, aby poprowadzić dalszą pracę wzdłuż pola.

Rysunek 2. Rozkład masy pojazdu na jednostkę powierzchni



Na rysunku widoczny jest rozkład masy pojazdu przy wysokim ciśnieniu ogumienia oddziałujący znacznie głębiej niż przy ciśnieniu obniżonym, gdzie szersza jest powierzchnia styku opony z podłożem i zagęszczanie jest płytsze. Im większa jest więc po-

wierzchnia opony lub alternatywnie gąsienicy pojazdu, tym niższa jest masa jednostkowa działająca wgłębnie na glebę na 1 cm². Szkic obrazuje dodatkowo wpływ na deformację korzeni rośliny rosnącej w strefie zagęszczonej.

Systemy wspierające rozkład masy podczas prac polowych:

- Opony specjalistyczne z możliwością pracy na obniżonym ciśnieniu do 0,8 bara
- Koła bliźniacze (podwójne koła najlepiej na obu osiach pojazdu) dające lepszy rozkład masy oraz poprawa trakcji
- Zastosowanie systemów gąsienicowych w pojazdach; gąsienice pojedyncze lub podwójne albo system hybrydowy, tzn. tył wyposażony w gąsienice, a przód w koła oponowe

- Automatyczny system regulacji ciśnienia w kołach
Podczas przejazdu po nadmiernie uwilgotnionej glebie środka transportowego powoduje on zagęszczenie na różnej głębokości w zależności od nacisku na oś:

- 4 t na oś powoduje zagęszczenie do głębokości 30 cm
- 6 t na oś do 40 cm
- 10 t na oś do 50 cm
- 15 t do 60 i więcej centymetrów

Naturalna odbudowa warstwy uprawnej odbywa się według różnych badań w okresie 6 do nawet ponad 10 lat. Warunkiem rekonstrukcji w naturalnych warunkach jest występowanie procesów zamarzania i odmarzania gleby co najmniej do głębokości zagęszczonej. Kolejnym ważnym składnikiem warunkującym szybszy powrót gleby do jej pierwotnych

właściwości rozluźnienia jest zawartość składników organicznych i minerałów. Im wyższa zawartość próchnicy tym gleba rekonstruuje się szybciej. Najlepsze pod tym względem gleby mają zdolność do powracania do naturalnego zagęszczenia po kilku cyklach nawilżenia i wysychania. Są to działania strukturotwórcze.

Zależnie od jakości gleby i jej uwilgotnienia w czasie uprawy i innych zabiegów polowych, pod wpływem zagęszczenia mogą się tworzyć zastoiska wody, degradujące pole. Miejsce z zastoiskiem, gdzie często nie funkcjonuje właściwie melioracja, a także tworzy się nieka bezodpływowa gromadząca wodę przy każdym opadzie deszczu stanowi nieurodzajną lub w ogóle nieprodukcyjną część pola. Korzenie nie mają przestrzeni do wzrostu i zakrzywiają się w fazie początkowego rozwoju, a w efekcie przez nadmierną ilość wody w strefie korzeni mogą zamierać. Kolejnym efektem nadmiaru przejazdów, szczególnie w niekorzystnych warunkach jest tworzenie się na polach kolein. Ciekawym rozwiązaniem jest Controlled Traffic Farming, który eliminuje to ryzyko.

W celu zapobieżenia zamieraniu korzeni jak również regeneracji gleby kiedy już wystąpi, zalecane jest kilka rozwiązań:

- Naprawa systemu melioracji i zbadanie gleby w miejscu zastoiska (możliwe zakwaszenie gleby)
- Zgłębszowanie wadliwego miejsca
- Wprowadzenie dodatkowej materii organicznej – wskazany zasiew roślin poplonowych głęboko zakorzeniających się – działających strukturotwórczo
- Sporządzenie planu regeneracji gleby przez działania zmieniające system uprawy na uproszczony dopasowany do stanowiska
- Możliwość zmiany kierunku uprawy oraz zasiewu pola lub wprowadzenie nowoczesnego rozwiązania kontrolowanych ścieżek przejazdów [*Controlled Traffic Farming]

Zestaw maszyn w gospodarstwie dostosowanym do *C.T.F.
Podstawowa szerokość robocza w tym przykładzie to 9 m.
Fot. P. Jakubowski

*[C.T.F.] *Controlled Traffic Farming – system zarządzania ruchem w gospodarstwie sprowadzający się do ograniczenia liczby przejazdów maszyn i wykonywanie kilku czynności podczas jednego kursu. Celem jest właśnie ograniczenie zagęszczenia na polu powodowanego nadmiarem powtarzających się przejazdów.

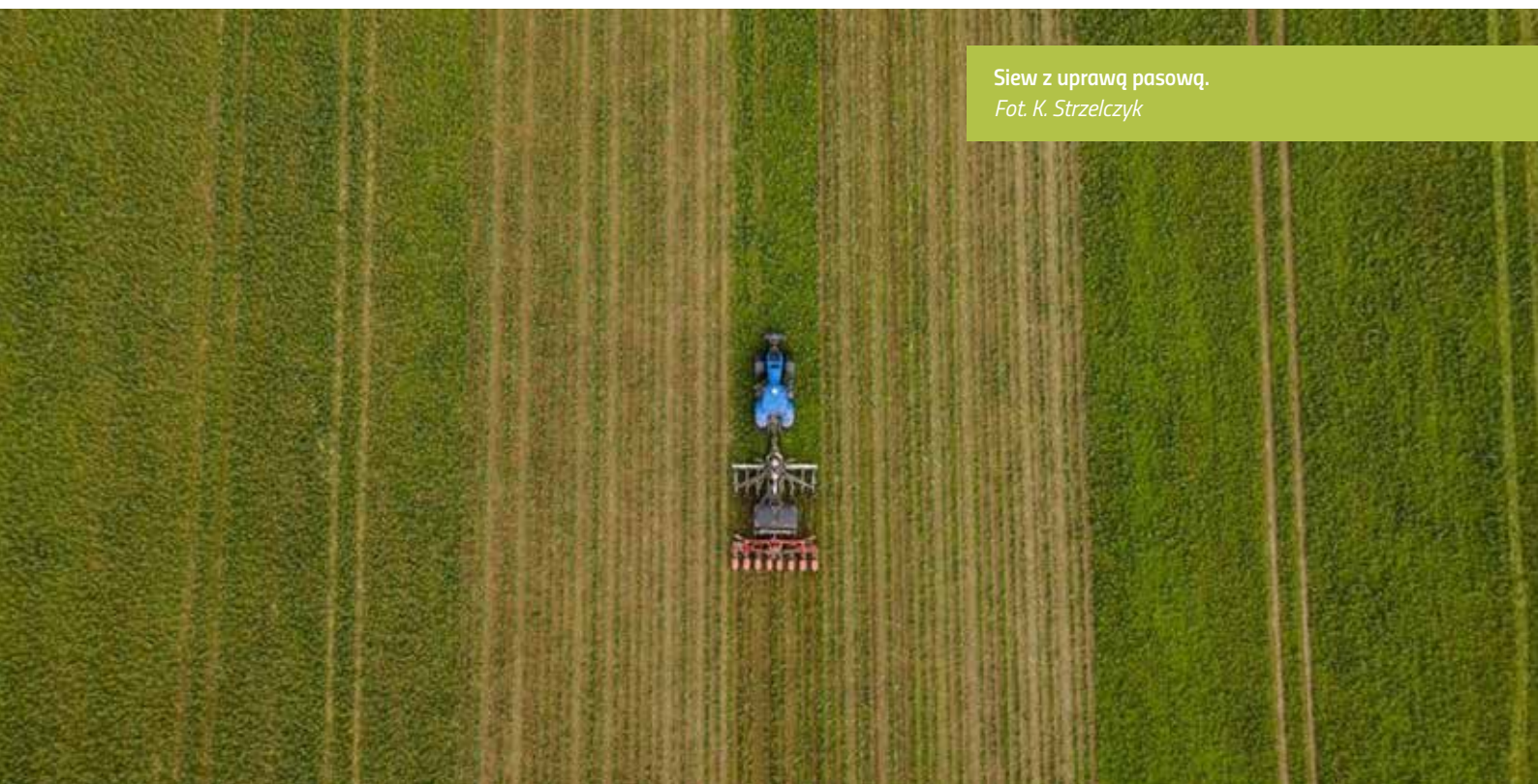


RODZAJE ZABIEGÓW W SYSTEMIE UPROSZCZONYM

W regeneratywnym systemie uprawy zakres zabiegów planowanych do wykonania opiera się na najważniejszym założeniu, które mówi o konieczności przeprowadzenia tak ograniczonej ilości zabiegów jak to tylko możliwe, a jedynie koniecznych dla osiągnięcia celu produkcyjnego.

Siew z uprawą pasową.

Fot. K. Strzelczyk



Obowiązuje więc zasada stosowania zabiegów uprawowych: „Tak mało jak to jest możliwe, tak dużo jak to jest konieczne”.

W systemie regeneratywnym prowadzone są praktyki wprowadzające do gleby nawozy organiczne w postaci obornika, kompostu lub na przykład gnojwicy. Dodatkowo w tym systemie gospodarowania powszechne jest wprowadzanie na pola różnego rodzaju międzyplonów czy poplonów ozimych. Towarzyszący-

mi zabiegami jest tu oczywiście nawożenie mineralne i wapnowanie lub wprowadzanie różnego rodzaju minerałów, które są bardzo ważne z punktu widzenia właściwego zbilansowania zasobności gleby i uregulowania jej odczynu pH. Wszystkie praktyki i zastosowanie nawozów i innych środków produkcyjnych determinują użycie określonego sprzętu, a w konsekwencji doboru takich rozwiązań, które przygotują w najlepszy sposób pole do zasiewu.

Systemy wspierające rozkład masy podczas prac polowych:

- Poźniwna uprawa płytka z podsiewem poplonów
- Uprawa głęboka z wysiewem bezpośrednim poplonów
- Głęboszowanie z wałem
- Mulczowanie poplonów lub cięcie wałami nożowymi
- Uprawa broną talerzową
- Uprawa kultywatorem w wałem
- Zabieg uprawy pasowej z siewem i możliwością podsiewu nawozu

Każdy z rodzajów stosowanych zabiegów ma określone przeznaczenie, możliwość optymalnego działania w specyficznych warunkach oraz określonych, dostosowanych do potrzeb parametrów pracy. Dobór odpowiednich zabiegów, a następnie właściwych do ich wykonania maszyn i na końcu właściwe ustawienie parametrów pracy jest związane z rodzajem stanowiska.

W tym obszarze należy wziąć pod uwagę rodzaj gleby, ilość resztek poźniwnych oraz ich stan, a także czy istnieje dodatkowa konieczność zastosowania innego działania w celu ich rozdrobnienia. Ważne jest również dobranie odpowiedniego rodzaju zabiegu uprawowego zależnie od ilości materii organicznej na powierzchni pola, jak również w sytuacji aplikowania nawożenia organicznego.

Uprawki poźniwne

Celem stosowania uprawek poźniwnych jest ochrona gleby przed bezproduktywną utratą wody oraz ułatwienie skiełkowania osypanych nasion lub chwastów obecnych na polu po zbiorze przedplonu. W tym celu stosowane są brony talerzowe, brona sprężynowa lub kultywatory wyposażone w różnej szerokości dłuta, gęσιο-stopy lub połączenie tych dwóch rodzajów elementów roboczych. Głębokość jaka jest pożądana przy tej uprawie to bardzo płytkie działanie na 1-3 cm. Praca ma na celu jak najwcześniejsze wykonanie równomierne rozprowadzenia resztek poźniwnych, plew i słomy albo pozostałości liści i łodyg. Założeniem jest także uzyskanie efektu lekkiego wymieszania resztek poźniwnych

oraz powierzchniowego odcięcia kapilar glebowych odprowadzających bezpośrednio po żniwach wilgoć z gleby. Delikatne przykrycie, bądź bardzo płytkie przemieszanie obecnych na polu nasion różnych gatunków daje szansę na ich szybkie skiełkowanie i wzrost jednocześnie, co umożliwia ich usunięcie w kolejnych zabiegach.

Równocześnie z płytką uprawką można przeprowadzić wysiew międzyplonów ścierniskowych nabudowanym rozsiewaczem. W trakcie przejazdu takim zestawem wykonywanych jest kilka czynności za jednym kursem, w efekcie przynosząc oszczędności nakładów czasu, paliwa oraz sprzętu i pracy ludzkiej.

Uprawka poźniwna broną talerzową po zbiorze grochu.
Fot. K. Strzelczyk



Uprawa głęboka z wysiewem bezpośrednim poplonów

W uprawie uproszczonej podstawowym celem jest konserwacja gleby i prowadzenie działań w sposób umożliwiający regenerację gleby, wzbogacanie jej w materię organiczną oraz maksymalne zagospodarowanie stanowiska w okresie pomiędzy głównymi uprawami roślinami okrywowymi. Głęboka uprawa ma za zadanie wprowadzenie powietrza w głębszej warstwie gleby. Zasadniczo ten zabieg może pełnić, poza uprawą związaną z wymieszaniem resztek poźniwnych, podobną rolę do głębosza, ale na nieco płytszej głębokości. Maszyny do uprawy głębokiej mają zęby rozstawione gęściej niż głębosz to znaczy na ok. 20-25 cm. Optymalna praca jest wykonywana na głębokości 25 cm, ale na glebach bardziej związłych nawet do 30 cm głębokości. Maszyny do wykonania takiego zabiegu mają zwykle wyższe zapotrzebowanie mocy, około 40 – 70 KM na metr bieżący maszyny, ale efektywność

jest wówczas znacznie wyższa niż wykonywanie zabiegów w systemach uprawy konwencjonalnej.

Dodatkowo dobór dłut, ich kształt oraz szerokość, wielkość gęsiostóp zwłaszcza ich szerokość oraz dodatkowe wyposażenie w piersi mulczujące to podstawowe elementy robocze maszyn. Ich dopasowanie zależy od resztek poźniwnych, nawożenia organicznego lub innej materii do wymieszania z glebą. Stanowiska po uprawie zbóż, kukurydzy zbieranej na ziarno, ale również słonecznika przy dużej ilości pozostającej na polu słomy, będą wymagały wcześniejszego zaangażowania mulczera. Zaletą jak i celem takiego rozwiązania jest rozdrobnienie dodatkowe łodyg roślin, zniszczenie potencjalnych siedlisk szkodników roślin, a także przyspieszenie procesu mineralizacji tych resztek po wymieszaniu z glebą.

Głęboka uprawa i wysiew poplonów w jednym przejeździe.
Fot. K. Strzelczyk



Uprawa głęboka wspierana jest często technicznie przez wał oponowy lub wał innego typu, jak np. wał „ziemia – ziemia”, zbudowany z otwartego kształtownika w kształcie litery C, albo wał kruszący. Generalnie wały podczas pracy agregatu pełnią rolę czynnika zagęszczającego wierzchnią warstwę gleby oraz ewentualnego pokruszenia brył tworzących się podczas uprawy. Zadanie ma spełnić funkcję regulującą stosunki powietrzne w glebie przez zniwelowanie nadmiernego napowietrzenia warstwy siewnej, a jednocześnie przygotowanie stanowiska do zasiewu i przy tym umożliwienie wywołania zjawiska podsiąku wilgoci z głębszej warstwy gruntu.

Piersi mulczujące zakładane na zębach kultywatora warto zastosować w sytuacji nawożenia organicznego na ścierni po zbiorach. Dzięki nim materia nawozy i resztki poźniwne są lepiej wymieszane z glebą

i dzięki temu szybciej się rozkładają. Podczas głębokiej uprawy celowe jest wysiewanie poplonów za pomocą nabudowanego siewnika poplonów lub innego typu jak na przykład siewnika z systemem wysiewu talerzowym.

Gęsiostopy można zastosować w przypadku planowanego podcięcia strefy korzeniowej poplonów podczas niszczenia ich biomasy przed okresem zimowego spoczynku. Celem takiego działania jest przerwanie wegetacji i sprowokowanie do zakończenia wegetacji i przyspieszenia rozkładu roślin międzyplonowych zasianych po żniwach. Powinny one w jak największym stopniu ulec rozkładowi przez okres zimy, kiedy mulcz będzie pełnił rolę okrywy przeciwerozyjnej, a wiosną ułatwi to wykonanie uprawy przedsiewnej lub bezpośredniego siewu np. w technologii Strip-Till.

Zabiegi wykonywane w trakcie uprawy głębokiej:

- | | |
|--|-------------------|
| - Mulczowanie (rozdrabnianie resztek poźniwnych) | - Wałowanie |
| - Uprawa głęboka właściwa | - Wysiew poplonów |

Głęboszowanie z wałem

Głębosz pracuje z rzadziej rozstawionymi słupicami na około 30-40 cm, ale są też takie, które słupice mają na około 25-27 cm szerokości i mogą pełnić wówczas rolę pogłębionej uprawy. Takie rozwiązanie w systemie regeneratywnym jest zalecane w pracy na stanowiskach po takich uprawach jak buraki cukrowe albo ziemniaki. W technologii uprawy upraw okopowych termin zbioru często przypada na okres późniejszej jesieni, gdy pogoda przynosi więcej opadów. Wówczas ciężki sprzęt transportowy, a przede wszystkim kombajny do zbioru powodują skompaktowanie gleby, a zwłaszcza warstwy ornej. Głęboszowanie połączone z wałem np. kolcowym działa tu odtwórczo na strukturę gruzelkową, najpierw napowietrzając cały profil w obszarze pracy, a więc do około 35 cm głębokości. Następnie wał kolcowy przetaczając się wraz z ciężarem maszyny przez bryły utworzone w efekcie kruszenia sprasowanej gleby, kruszy ją i zagęszcza w wierzchniej warstwie. W jednym przejeździe można tu również wymieszać

resztki poźniwne i nawozy naturalne z glebą, a także zasiać poplon np. rozrutowym siewnikiem poplonów. Praca głębosza ma największe zapotrzebowanie energetyczne bo na 1 metr bieżący maszyny może to być na najcięższych glebach nawet 150 KM.

W zależności od typu maszyny i producenta, jego przygotowania konstrukcji do obciążeń, stosowane są też różne systemy zabezpieczenia i jednocześnie docisku. Siła docisku będzie niezbędna zgodnie z typem uprawianej gleby – na cięższych stanowiskach większa, a na lżejszych mniejsza.

Pole uprawione głęboszem z gęściej rozłożonymi słupicami nadaje się bezpośrednio do siewu jesienią, a po mulczowaniu poplonów i uprawie pod rośliny jare jest gotowe po okresie zimy do siewów wiosennych. Przed uprawą możliwe jest również aplikowanie nawozów podstawowych, a więc P i K zgodnie z zapotrzebowaniem pod poszczególne gatunki roślin uprawnych.

Uprawa głęboszem z wałem kolczastym.
Fot. P. Jakubowski



Mulczowanie poplonów lub cięcie wałami nożowymi

Poplony zasiane w regeneratywnym systemie gospodarowania, mają różny okres celowego ich utrzymywania. W zależności od terminu siewu, składu gatunkowego, jak również pogody wpływającej na szybkość rozwoju i wzrostu poplonów lub inaczej zwanych międzyplonów, w różnym okresie dochodzi do konieczności ich mulczowania. Celem jest takie prowadzenie i utrzymywanie roślin pomiędzy uprawami głównymi, aby pełniły rolę

okrywową przez jak najdłuższą część roku. Z innej strony, aby móc kontrolować potencjalne namnożenie się roślin zasianych w poplonie, trzeba w odpowiednim czasie rozpocząć prace mające na celu niedopuszczenie do pełnego rozwoju części generatywnych roślin. Kwitnienie powinno być ostatnim etapem ich rozwoju, a w końcowym etapie należy przeprowadzić zabieg ścięcia ich. Istnieje kilka typów zabiegów mulczujących.

Zabiegi wykonywane w trakcie uprawy głębokiej:

- **Mulczowanie mulczerem toporowym lub bijakowym** czyli ścięcie i rozdrobnienie części roślin
- **Mulczowanie wałem nożowym**, który na obrocie wału posiada listwy nożowe uderzające o glebę pod wpływem masy tnące rośliny, zarazem mieszając je z

glebą (efekt obciążenia takich wałów zwiększa ich zalanie w połowie wodą)

- **Mulczowanie systemem łańcuchowym** przez efekt mechanicznego uszkodzenia roślin i częściowe ścięcie i rozdrobnienie

Wały nożowe podczas cięcia poplonów.
Fot. P. Jakubowski



Uprawa broną talerzową

Jednym z najpopularniejszych systemów uprawy stosowanych w gospodarstwie regeneratywnym jest uprawa bronami talerzowymi. Maszyny takie ze względu na różnorodne rozwiązania technologiczne, takie jak konstrukcja ramy, średnica zastosowanych talerzy, możliwość ich regulacji w zakresie kąta wychylenia jak również dodatkowe wyposażenie będą determinować różne ich przeznaczenie.

Brona talerzowa z talerzami o mniejszej średnicy posiadający dyski o średnicy 450mm lub 580mm, przydatność swoją znajduje w płytkim zakresie, a więc w wymieszaniu resztek poźniwnych w warstwie 3 do 5 cm głębokości. Brona talerzowa jest szybką alternatywą dla kultywatorów w zakresie wymieszania nawo-

zów organicznych z glebą. Wysoka wydajność takich maszyn wraz z koniecznością wymieszania nawozów do 12 h od momentu ich aplikacji niekiedy jest koniecznym uzupełnieniem w technologii pomiędzy rozrzuconiem nawozów, a głęboką uprawą.

Brona talerzowa do uprawy głębszej dysponuje talerzami o 600–650 mm. Takiego typu maszyny stosowane są w celu pocięcia resztek poźniwnych np. po kukurydzy lub słonecznika w sytuacji braku dostępu do mulczera w gospodarstwie. Można też zastosować ją w przypadku konieczności szybkiego wymieszania np. obornika, którego stosuje się większe dawki na poziomie 30-40 ton/ha.

Uprawa broną talerzową po słoneczniku.

Fot. P. Jakubowski



Uprawa kultywatorem z wałem

Zabieg uprawy kultywatorem jako pierwszy zastąpił orkę podczas przejścia z systemu konwencjonalnego na uproszczony. W systemie uprawy uproszczonej w ujęciu regeneratywnym kultywator stanowi doskonałe uzupełnienie dla maszyn zarówno do głębokiej, jak i płytkiej uprawy. Pełni on rolę zabiegu, który elastycznie wpasowuje się w różnych scenariuszach zmianowania, na różne stanowiska i przy różnych poziomach nawożenia organicznego. Stosowanie są tu przeróżne systemy dłut jak np. 4, 6 czy 8 cm szerokości.

Im gleba lżejsza tym stosowane dłuta powinny być szersze. Im gleba cięższa dłuta stosujemy węższe, dodatkowo korzystając ze wsparcia docisku o różnej sile. Wyposażenie zębów jest powiązane właśnie z ich indywidualnym dociskiem wymuszonym przez elementy mechaniczne bierne lub w niektórych typach w siłowniki hydrauliczne. Docisk podobnie jak w kategorii gleb powinien być większy wraz z rosnącym stopniem ciężkości gleby.

Kultywatory są również wyposażone w wały różnych typów. Niektóre maszyny tego typu mają do-

datkowe doposażenie w tzw. bronę sprężynową, która podczas uprawy ma na celu rozgarnięcie i równomierne rozłożenie resztek poźniwnych, podnosząc jakość wykonywanej pracy. Zakres głębokości pracy kultywatorów to od 5-8 cm nawet do 28-30 cm w przypadku instalacji z dłutami wąskimi. Możliwość wysiewu poplonów w trakcie jednego przejazdu podnosi uniwersalność wykorzystania maszyn.

Wały oponowe wybierane do wyposażenia kultywatora powinny być również dobrane w zależności od rodzaju gleby i powinny być tym większej średnicy im lżejsza jest gleba. Na piaszczystych stanowiskach wały powinny mieć średnicę najlepiej powyżej 80 – 90 cm, natomiast na stanowiskach cięższych wały mogą być niższe, ze średnicą kół 50 – 70 cm. W przypadku prowadzenia uprawy na piaszczystych glebach z niskim wałem, spulchniona gleba może tworzyć tzw. „fale gleby”, która będzie przepychana wałem przed nim w trakcie uprawy. Większy wał na takich glebach zapewnia łatwiejsze toczenie i najeżdżanie na bieżąco na świeżo uprawianą glebę, bez ryzyka tworzenia „fali”.



Kultywator podczas uprawy po nawożeniu organicznym na ściernisku po zbożu.
Fot. K. Strzelczyk

Zabiegi uprawy pasowej

Pojawienie się w rolnictwie i popularyzacja uprawy pasowej miała miejsce w latach 80-tych XX wieku w Ameryce Północnej. Ważny jest fakt potrzeby jaka skłoniła tamtejszych farmerów do poszukiwania tak znacznie różniącego się systemu uprawy i siewu od konwencjonalnie stosowanych. Genezą do powstania technologii Strip-Till jest zapoczątkowanie zmiany klimatu, jaka miała miejsce po latach rozwoju przemysłu i degradacji środowiska naturalnego. Połączenie tych czynników spowodowało coraz częściej powtarzające się zjawiska erozji gleby, zarówno wietrznej poprzez działanie huraganów lub tornad, albo wodnej przy burzach z obfitymi ulewami deszczu. Niestabilność jaką w rolnictwie spowodowały te katastrofalne zmiany wywołały potrzebę poszukiwania takich działań, które zabezpieczyłyby glebę i uprawy przed niekorzystnymi warunkami, a jednocześnie pozwoliłyby na utrzymanie stabilności plonowania i przychodów z produkcji.

Rozwiązaniem, które zaczęto wprowadzać jako drogę poszukiwania dla ochrony gleby przed skutkami zjawisk wynikających ze zmiany klimatu początkowo był siew bezpośredni. Niestety w pierwszych latach wprowadzania bezpośredniego siewu plony spadały. Taki regres plonowania przyczynił się do dalszego poszukiwania możliwości zasiewu, w sposób jak najmniej ingerujący w mechaniczne rozluźnienie gleby i w ten sposób rozpoczęto wdrażanie nowego rozwiązania penetrującego wyłącznie wąskie pasy gleby, gdzie uprawa była głębsza i przez to tworzyła lepsze warunki do siewu i wzrostu roślin. Umożliwiała również wprowadzanie nawozów w strefę korzeniową. Uprawa pasowa ze wszystkimi zaletami jakie daje przygotowanie gleby w strefie wysiewu, a później wzrostu korzeni przynosi rzeczywistą stabilność plonowania i przy tym daje pożądane bezpieczeństwo dla upraw.



Uprawa pasowa i siew buraków.
Fot. K. Strzelczyk

Cechy Uprawy Pasowej:

- Rozluźnienie na odpowiedniej głębokości gleby bez konieczności uprawy całości pola
- Możliwość precyzyjnego zlokalizowania nawozów w odpowiedniej strefie
- Zapobieganie erozji wietrznej i wodnej
- Utrzymanie lepszej nośności gleby
- Eliminacja zaskorupiania się gleby
- Ograniczenie i kontrola zachwaszczenia
- Ograniczenie strat wody, zwiększona pojemność wodna i ograniczone parowanie
- Oszczędność paliwa i czasu, a także możliwość wcześniejszego wjazdu z siewem w okresie niesprzyjającej pogody
- Rozwój życia biologicznego w glebie
- Podnoszenie żyzności gleby
- Lepsza akumulacja składników odżywczych i ograniczenie ich strat w okresie spoczynku lub intensywnych opadów

Wymienione zalety są rzeczywistymi korzyściami w stosunku do tradycyjnej uprawy w technologii płużnej, a także siewu bezpośredniego. Po ponad 40 latach od rozpoczęcia testów w USA, system Strip-Till został rozpowszechniony na całym świecie i znalazł zastosowanie z przeróżnymi rozwiązaniami wspierającymi lepsze dopasowanie do różnych typów gleb i stanowisk pod względem przedplonu, a więc także różnic w postaci resztek poźniwnych. Głównym efektem jaki uzyskujemy dzięki wprowadzeniu i stosowaniu uprawy pasowej jest zapewnienie optymalnych warunków do siewu i wschodów roślin. Równocześnie najbardziej odpowiednie są warunki do tworzenia i wzrostu korzeni oraz przyswajania składników pokarmowych.

Uprawa uproszczona w systemie pasowym może być wykonywana z różnym stopniem spulchnienia gleby, zależnie od typu gleby rodzaju uprawy i historii pola. Głębokości z płytszą uprawą pod rośliny płycej korzeniące się można wykonywać do głębokości 15 cm, natomiast głębsza aktywność do 35 cm jest zalecana pod uprawy o głębszym, palowym systemie korzeniowym. Głęboka uprawa powinna być wykonywana także w sytuacji, gdy pole wymaga przerwania i zniszczenia zagęszczonej warstwy podglebia. Twarda warstwa gleby powstaje na poziomie poniżej tzw. miąższości uprawnej, zwykle na ok 25-35 cm głębokości w profilu gleby, z różnych przyczyn. Jedną z nich jest w systemie uprawy konwencjonalnej, szczególnie w ornej, efekt podcinania gleby w wyniku corocznego działania orki na tym samym poziomie i wytwarzanie w ten sposób „podeszwy” czyli właśnie twardego podglebia. Podobny efekt powstawać może jednak również przy stosowaniu innych narzędzi uprawowych jak np. brona talerzowa stosowana na tej samej głębokości w każdym sezonie uprawnym. Zjawisko zbitego podglebia

na polach powstaje jednak niekiedy również w wyniku intensywnych opadów deszczu lub stosowania irygacji. W takich warunkach drobne części spławialne gleby przemieszczają się pomiędzy gruzełkami gruntu do dolnej warstwy, poniżej strefy uprawnej i tam najczęściej odkładają się tworząc warstwę zbitej, twardej skorupy.

Ogromną zaletą uprawy pasowej jest możliwość zasiewu bez konieczności ingerowania na całej szerokości pola. W zależności od potrzeby prowadzenia technologii produkcji poszczególnych gatunków w różnych rozstawach międzyrzędzi, sekcje robocze pracują na dopasowanych do nich szerokościach.

Szerokości rzędów stosowane w uprawie pasowej:

- **15 cm** – dla zbóż, rzepaku i międzyplonów
- **30-45 cm** – dla rzepaku, roślin bobowatych i międzyplonów
- **45-75 cm** – w burakach cukrowych, kukurydzy, słoneczniku

Elastyczność stosowania technologii Strip-Till dotyczy również zlokalizowania aplikacji nawozów podczas pracy. Zakres aplikowania nawozu mieści się niemal w całej strefie uprawy pasowej, od 0 – 25 cm. W zależności od wybranego producenta maszyny i potrzeby zastosowania różnych składników odżywczych istnieje możliwość podsiewu za jednym przejazdem na różnych głębokościach, np. azotu na 10 cm, a fosforu na 20 cm głębokości. Regulacja poziomów może być płynna w zakresach pracy na danym polu, a dodatkowo istnieje możliwość dawkowania zmiennego.



PODZIAŁ MASZYN – RÓŻNE SYSTEMY UPRAWOWE

5

Szeroko-rzędowe systemy uprawowo-siewne

5.1

W systemie tym uprawa odbywa się w zakresie szerokości rzędów od 45 do 75 cm, a maszyny te dedykowane są głównie do przygotowania stanowiska i siewu takich gatunków jak buraki, rzepak, kukurydza oraz słonecznik. Zalecana uprawa pod te gatunki odbywa się na

głębokościach 25-35 cm, a dodatkowo połączona jest zwykle z nawożeniem zlokalizowanym. Szeroko-rzędowy rozstaw dostosowany jest także do kombajnów zbierających poszczególne rośliny.

Typowe elementy budowy i działania:

- Równoległobocznie pracująca sekcja zamocowana na ramie maszyny odchylająca się w ramach zakresu podczas oporów gleby i opadająca pod wpływem docisku zębów podczas ich zagłębiania
- Zęby sekcji spulchniające i wzruszające glebę
- Podwójne talerze zgarniające glebę tworząc redlinkę, a w niej rzędy z odkrytą powierzchnią do wysiewu
- Wałki strunowe doprawiające glebę
- Kroje tarczowe oraz gwiazdowe odgarniające resztki poźniwne i oczyszczające rzędy przed siewem
- System dogłębowej aplikacji nawozów mineralnych lub niektóre modele płynnych organicznych za zębami uprawowymi
- Zagregowany siewnik punktowy w rozstawie 45-75 cm

W typie szeroko-rzędowym występują maszyny szerokiej gamy producentów.

Siewnik w systemie uprawy uproszczonej z podsiewem nawozu – do kukurydzy i słonecznika.

Fot. P. Jakubowski





System siewnika ze zbiornikiem nawozu
na przednim TUZ ciągnika.
Fot. P. Jakubowski



System siewnika ze zbiornikiem nawozu
na przednim TUZ ciągnika.
Fot. P. Jakubowski



Efekt siewu rzepaku siewnikiem z uprawą pasową.
Fot. P. Jakubowski



Efekt siewu rzepaku siewnikiem z uprawą pasową.
Fot. P. Jakubowski



Uprawa pasowa i siew słonecznika z możliwością
podsiewu nawozów.
Fot. K. Strzelczyk



Zestaw do uprawy pasowej – siew rzepaku z podsiewem
nawozów w mulcz po trawie.
Fot. P. Jakubowski



Zestaw do uprawy pasowej – widoczne nacięcie gleby
w miejscu głębokiej uprawy (25-28 cm) w pasie siewnym.
Fot. P. Jakubowski



Efekt zasiewu rzepaku z systemie uproszczonym.
Fot. P. Jakubowski

5.2

Wąsko-rzędowe systemy uprawowo-siewne, w których działaniu zakres szerokości pracy sekcji wynosi od 15 do 35 cm.

Maszyny w tym typie znajdują zastosowanie i szczególnie dedykowane są do uprawy zbóż, rzepaku i roślin bobowatych. Dla tych gatunków uzyskujemy w wąsko-rzędowej rozstawie najbardziej optymalne odległości między nasio-

nami, a docelowo między roślinami. W roślinach uprawianych w węższych rzędach łatwiejsze jest kontrolowanie zachwaszczenia.

Typowe elementy budowy i działania:

- Zęby spalniające do płytszej uprawy zamocowane na ramie maszyny
- Wały oponowe
- Siewnik zintegrowany standardowo z maszyną zwykle dwurzędowy
- Redlice talerzowe lub gęsiostopkowe co 15 cm lub co 30-35 cm
- System dogłębowej aplikacji nawozów.

Siew pszenicy w uproszczonym systemie z pogłębiaczem gęsiostopkowym na głębokości 5-10 cm i wysiewem dwurzędowym.

Fot. P. Jakubowski





Siew pszenicy w uproszczonym systemie z pogłębiaczem
gęsiostopkowym na głębokości 5-10 cm i wysiewem dwurzędowym.
Fot. P. Jakubowski



Siew pszenicy w uproszczonym systemie z pogłębiaczem
gęsiostopkowym na głębokości 5-10 cm i wysiewem dwurzędowym.
Fot. P. Jakubowski

A close-up photograph of a furrow in a field. The furrow is filled with dark brown soil, and the sides are covered with a thick layer of dry, yellowish-brown straw or hay. The background is a blurred expanse of the same field.

Pas po nacięciu zęba roboczego siewnika
pasowego – siew rzepaku.
Fot. P. Jakubowski

Uniwersalne systemy Strip-Till

5.3

Budowa tego typu maszyn jest najbardziej skomplikowana i wzbogacona o możliwość szerszego spektrum zastosowania. Koszt produkcji i zakupu maszyn typu Strip-Till jest bardzo wysoki, dlatego ekonomicznie uzasadnione jest ich jak najszersze wykorzystywanie.

Maszyny uniwersalne znajdują swoją przydatność w uprawie zarówno zbóż, rzepaku, buraków jak i kukurydzy, czy słonecznika. Dzięki zastosowanym sekcjom z możliwością regulacji szerokości rzędów od 15 cm przez 30, 45 do 75 cm, istnieje możliwość sprzęgu i pracy z siewnikiem zarówno do siewu punktowego jak i rzędowego.



KIERUNKI ROZWOJU TECHNOLOGII I ZASTOSOWANIA UPRAWY UPROSZCZONEJ

6

Wraz z rozwojem technologii oraz zmieniającym się otoczeniem rolnictwa, a także inicjatywą polityki dotyczącej legislacji, zmieniło się ukierunkowanie na zapewnienie większego poziomu zdrowia gleby. Wspierające było wprowadzenie zasad integrowanej ochrony roślin, które dało większą elastyczność i możliwość odpowiedzialnego łączenia agrochemikaliów i ograniczania ich dawek. Pozwoliło to na rozwój technologii ochrony, ale co równie ważne pobudziło poszukiwanie nowości w innych obszarach, w tym technologii maszynowych. Uproszczona uprawa w wielu miejscach na przestrzeni lat była wdrażana w połączeniu z systemem konwencjonalnym, lub

cyklicznie przeplatana. Kultywatory do uprawy średniej, brony talerzowe i naprzemienna uprawa tymi maszynami nie zawsze była rozwiązaniem optymalnym, gdyż brakowało wówczas często elementów dopełniających agrotechnikę. Dopiero wprowadzenie kompleksowego podejścia do technologii uprawy uproszczonej z jej wszystkimi elementami takimi jak prawidłowa gospodarka resztkami pożywnymi, wprowadzenie nawożenia organicznego lub zlokalizowanego zmiennie w glebie, a także ewolucja różnych typów rozwiązań spulchniających glebę i wysiewu oraz pielęgnacji przyniosło rzeczywisty rozkwit techniki w tym zakresie.

Uprawa pasowa z siewem – rozwiązanie z palcowym systemem dogniatającym nasiona.

Fot. K. Strzelczyk





Równomiernie ułożenie nasion w redlinkach podczas siewu punktowego przy uprawie pasowej.

Fot. K. Strzelczyk



Uprawa pasowa z siewem słonecznika – tworzenie redlinek chroniących siewki przed wiatrem oraz przymrozkami.

Fot. K. Strzelczyk



Słonecznik zasiany w technologii uprawy uproszczonej – Strip-Till.

Fot. P. Jakubowski

Rozwój technologii jaką jest uprawa pasowa, mającej swoje korzenie w latach 80-tych XX wieku w USA początkowo wyłącznie w uprawie kukurydzy, przez lata doskonalenia daje aktualnie możliwość zastosowania w uprawie niemalże wszystkich gatunków rolniczych. Wraz z różnymi uwarunkowaniami klimatycznymi i glebowymi w poszczególnych obszarach rolniczych w różnych krajach, wykorzystywanie uprawy uproszczonej i rozwój tego kierunku nie jest równie popularny. Przykład Stanów Zjednoczonych jest transparentnym dowodem na to, że rolnicy aktywnie poszukują nowych rozwiązań szczególnie w sytuacji kryzysowej. Od początku XXI wieku jesteśmy świadkami zmiany klimatu zachodzącej w przyspieszającym tempie. Coraz częściej na własne oczy spotykamy wyschnięte zbiorniki wodne lub największe rzeki południowej Europy, na przykład w 2022 roku we Francji lub w 2023 roku w Hiszpanii i we Włoszech. W innych regionach nawet

tych samych krajów przychodzą powodzie stulecia, a rolnictwo jest wszędzie, tuż obok. Zważając na dostosowanie się i niejako przygotowanie do tej zmiany klimatu, zachodzi konieczność podjęcia regeneracji gleb. Przeprowadzenie tego działania jest procesem odtworczym, jednak do jego skuteczności konieczne jest jednocześnie wykorzystanie wszystkich dostępnych metod i środków wspierających. Od prawidłowego, bogatego w różne typy roślin płodozmianu, przez odpowiednią ograniczoną, ale dedykowaną w określonym miejscu i czasie ingerencję w glebę, poprzez jej nawożenie po właściwe zabezpieczenie pól przed skutkami erozji.

Nowoczesne kierunki rozwoju maszyn do uproszczonej uprawy to pośród rozlicznych producentów prawdziwe wielozadaniowe agregaty, łączące w sobie wiele funkcji niezbędnych do spełnienia właściwych parametrów pracy.

Typowe elementy maszyn do uproszczonej uprawy modułowo agregowane w maszynach:

- Brama sprężynowa równomiernie rozprowadzająca resztki poźniwne, plewy itp.
- Brama talerzowa
- Talerze lub noże mulczujące resztki poźniwne lub resztki międzyplonów
- Zęby/łapy spulchniające (głębokość robocza w zakresie 5-35 cm)
- Talerzowe lub gwiazdowe elementy oczyszczające powierzchnię siewną (pasy) i tworzące redlinki
- Wały zagęszczające glebę powierzchniowo lub krusząco-zagęszczające w przypadku uprawy głębokiej
- Wałki rozgarniające resztki poźniwne i oczyszczające glebę przed sekcją siewną w uprawie pasowej
- Aplikator nawozów organicznych lub mineralnych ze zmiennym dawkowaniem połączonym z mapami zasobności oraz mapami plonu i biomasy na danym polu
- Aplikator granulatu na ślimaki
- Wały posiewne dogniatające, wspierające podsiąkanie wody i przyspieszające kiełkowanie nasion
- Sekcje wysiewające lub kompletne siewniki punktowe albo rzędowe – montowane za pomocą sprzęgów hydraulicznych z opcją zmiennego wysiewu wg mapy potencjału plonotwórczego pola
- Wyposażenie w anteny GPS do precyzyjnego prowadzenia równoległego, również korzystające z korekcyjnego sygnału RTK w celu optymalnego wykorzystania zasobów i zwiększenia efektywności pracy

Poza wyposażeniem, maszyny znacznie różnią się od siebie wielkością ramy, układem jezdnym, liczbą sekcji roboczych uprawiających lub liczbą np. zębów albo talerzy. Różne wyposażenie bezpośrednio wpływa na masę maszyny, a co się z tym wiąże zapotrzebowanie mocy potrzebnej do osiągnięcia odpowiednich parametrów pracy zestawu na różnych stanowiskach glebowych. Agregat do uprawy głębokiej, o szerokości roboczej 4 m, do uprawy w formie głębokiego spulch-

nienia (30-35 cm) na glebie lekkiej ma zapotrzebowanie mocy na poziomie 350 KM. Ta sama maszyna dla utrzymania zbliżonych parametrów pracy, a więc głębokości i prędkości uprawy (ok. 7-8 km/h) na glebach ciężkich zlewnych, przykładowo na madach, wykazuje zapotrzebowanie mocy 550-600 KM.

Rozwój ukierunkowany jest obecnie na jak najszersze wykorzystanie technologii w zakresie elastycznego wykorzystania maszyn, a z drugiej strony w jak

najbardziej dokładny sposób z zaangażowaniem wszelkich dostępnych rozwiązań rolnictwa precyzyjnego. Widoczne jest skupienie w wykonywaniu na dokładną głębokość spulchniania, regulowaną do potrzeb lokalizację nawożenia, a także umieszczanie na zadaną głębokość wysiewanych nasion w odpowiedniej obsadzie i rozstawach. Pamiętać należy również w całej technologii produkcji o kontroli zachwaszczenia, która z powodu coraz większych ograniczeń w dostępności substancji czynnych pestycydów niejako wymusza poszukiwanie rozwiązań alternatywnych. Jednym z nich jest oczywiście uproszczona uprawa, która prowadzona w sposób zrównoważony i przemyślany pod kątem gatunkowym, również w doborze międzyplonów ogranicza występowanie chwastów. Drugim elementem jest możliwość stosowania wsiewek w międzyrzędzia rośliny plonu głównego, na przykład jarych upraw jak np. seradeli lub grochu w rzepaku ozimym. Konkurencja roślin nie daje miejsca na rozwój chwastów, a jednocześnie akumuluje

składniki odżywcze pobierane z ziemi, co w przypadku rzepaku może mieć również jesienią korzystne działanie ograniczające wybujałość. Obserwacje praktyczne wskazują na możliwość ograniczenia w takiej sytuacji stosowania regulatorów wzrostu jesienią. Po nadejściu przymrozków, w temperaturach poniżej 0°C, gatunki jare zamierają tworząc okrywę międzyrzędzi, zacinając powierzchnię gleby. Przez okres zimowy resztki roślin, które obumarły, podlegają procesowi mineralizacji i oddają składniki odżywcze roślinie głównej, w tym przypadku rzepakowi. Trzecim sposobem na walkę z chwastami w technologii uprawy uproszczonej jest zastosowanie mechanicznych maszyn do odchwaszczania.

Gama dostępnych rozwiązań wyposażonych w precyzyjne kamery błyskawicznie identyfikujące rośliny chwastów jest coraz szersza, dlatego też ich wydajności i efektywności pracy są już coraz wyższe.



Odchwaszczanie mechaniczne w burakach.

Fot. K. Strzelczyk



PODSUMOWANIE

Rozwój industrialny świata ma wpływ na rolnictwo. Wraz z tymi zmianami dokonał się niesamowity postęp technologiczny. Zwiększyła się wydajność maszyn, wzrosły plony, zarówno w efekcie coraz to lepszych technologii uprawy, ale też genetyki roślin i ich odżywienia nawozami sztucznymi.

W całej tej rewolucji, człowiek swoją działalnością dokonał niestety dużych strat. Dotyczą one głównie degradacji gleb, zanieczyszczenia wód, zniszczenia niektórych ekosystemów, lub ich nadwyrężenie. Dzisiaj jest jeszcze szansa odwrócić ten niekorzystny wpływ i wszyscy rolnicy mają tu możliwości podjęcia działań, które nawiązują do wykorzystywania naturalnych zasobów, ale bez ich degradacji, a nawet z korzyścią dla środowiska i ostatecznie klimatu. Wszystkich tych działań można dokonać przez wprowadzanie jak najszerzych praktyk regeneratywnych w gospodarstwach. Wzbogacanie gleb w materię organiczną, która w efekcie odbudowuje życie mikrobiologiczne na polach, z których w końcu żywi się przecież także człowiek. Wszystko co możemy wobec tego zrobić, robimy więc ostatecznie dla siebie.

Korzystne efekty dla środowiska wynikające z wprowadzania praktyk uproszczonej uprawy to zmniejszenie zużycia paliwa. Wraz ze zmniejszeniem konsumpcji paliw mniejsza jest emisja CO₂ do atmosfery. Według obliczeń naukowców w metodzie stosowania uproszczonej uprawy spala się średnio ok. 20 litrów paliwa na hektar mniej, a każdy spalony litr to ok. 2,7 kg wyemitowanego CO₂.

Przemodelowanie rolnictwa, pod kątem zachowania i poprawy jakości gleb, rozumianych jako żywej struktury, znacznie zmniejszyłoby zapotrzebowanie na nawozy sztuczne i pestycydy, ograniczyłoby też ilość nawozów spłukiwanych do rzek, a uprawy wymagałyby mniej nawadniania.

Według naukowców intensywne zrównoważone rolnictwo opierałoby się na 3 głównych zasadach:

- Bezpośrednie aplikowanie nawozów do gleby
- Płodozmian
- Uprawa bezorkowa

Praktyki te pozwalają odtworzyć materię organiczną, poprawić strukturę i zdolność gleby do magazynowania wody i składników odżywczych, zapobiegając jednocześnie jej erozji. Należy dążyć do wykorzystania biotechnologii w celu "odciągnięcia" upraw od sztucznych, szkodliwych sposobów produkcji, które stworzyliśmy, oraz przywrócenia uprawianym roślinom zdolności do wejścia w symbiozę z mikroorganizmami glebowymi. Symbioza taka pozwala roślinom czerpać z gleby organiczne składniki odżywcze, sprawiając że uprawy stają się bardziej odporne na szkodniki i choroby.

Regeneratywna uprawa uproszczona jest zatem jednym z bardzo ważnych elementów całej technologii produkcji polowej i zaangażowania rolnika w procesie

wytwórczym. Sposób w jaki rolnik podejmuje się danej produkcji wpływa zarówno na ponoszone koszty, właściwie wykorzystywanie zasoby składników pokarmowych z gleby i wody. Działanie rolnika dzisiaj wpływa przede wszystkim na jakość ziemi jaką pozostawi najpierw kolejnej uprawie, później na koszty jakie będzie musiał ponieść na jej odbudowę, a na samym końcu na to, co zostawi kolejnym pokoleniom. Podsumowując, dostosowanie właściwych narzędzi i środków do odbudowy jakości środowiska produkcji jaką w przypadku „fabryki” rolnika jest gleba, to klucz do osiągnięcia sukcesu ekonomicznego, zdrowotnego i jakościowego w całym zakresie produkcji, a na końcu własnego otoczenia.

Literatura:



1. *Uprawa uproszczona w systemie rolnictwa precyzyjnego* - **prof. dr hab. Jacek Przybył, dr hab. Leszek Majchrzak, dr hab. Tomasz Piechota**
2. *Uwarunkowania i tendencje zmian technik uprawy roli* - **Jan Pabin, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach**
3. *Strip-till przy długotrwałym niedoborze wody - nowe technologie w uprawie*
4. *Przegląd rynku maszyn do pasowej uprawy roli -Strip-Till* - **dr hab. Tomasz Piechota**
5. *Historia bezorkowych upraw* - **A. Ponikiewski, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach**
6. *Wpływ wieloletnich uproszczeń uprawowych na właściwości poziomu uprawnego gleby rdzawej i płowej* - **W. Owczarzak, K. Taciak, M. Paul-Lis**
7. *Mapy Źródło: JRC/ESDAC*
8. *Mapy Źródło: JRC*
9. *Źródło grafiki: Hanse Agro – dr Radosław Musolf*
10. *Zasoby graficzne: Top Farms Wielkopolska*



Poznań 2023