

**WARMIŃSKO-MAZURSKI
OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO
Z SIEDZIBĄ W OLSZTYNIE**



**NOWE ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNE
W UPRAWIE ROŚLIN, W TYM METODY
OGRANICZENIA STRAT SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH**

Piotr Michniewicz



Olsztyn, 2024 r.

Piotr Michniewicz

Nowe rozwiązania technologiczne
w uprawie roślin
w tym metody ograniczenia strat
składników pokarmowych

Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Olsztynie
ul. Jagiellońska 91, 10-356 Olsztyn, tel./fax 89 535 76 84, 526 44 39
e-mail: sekretariat@w-modr.pl, www.w-modr.pl

WMODR Oddział w Olecku

Aleja Zwycięstwa 10, 19-400 Olecko
tel. 87 520 30 31, 520 30 32, fax 87 520 22 17
e-mail: olecko.sekretariat@w-modr.pl

p.o. Dyrektor WMODR

Mateusz Cygan

I Zastępca Dyrektora WMODR

Małgorzata Micińska-Wąsik

II Zastępca Dyrektora WMODR

Paweł Mostowicz

p.o. Dyrektor Oddziału WMODR w Olecku

Magdalena Ronkiewicz

Druk: Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Olsztynie
ul. Jagiellońska 91, 10-356 Olsztyn
tel./fax. 89 526 44 39, 89 535 76 84
e-mail: redakcja@w-modr.pl, www.w-modr.pl

Nakład: 100 egz.

Wydanie: I

SPIS TREŚCI

1. Nowe technologie w rolnictwie	4
1.1. Autonomiczne maszyny polowe	5
1.2. Rolnictwo precyzyjne	5
1.3. Precyzyjne nawożenie mineralne	5
1.4. Precyzyjna uprawa gleby i systemy monitorowania stanu gleby	7
1.5. Współczesne technologie uprawy gleby	7
1.6. Uprawa pasowa – strip-till	7
1.7. Uprawa zerowa (siew bezpośredni)	8
2. Wykorzystanie nowych technologii w aplikacji nawozów naturalnych	9
2.1. Metoda aplikacji nawozów naturalnych płynnych z zastosowaniem węży wleczonych	10
2.2. Metoda aplikacji nawozów naturalnych płynnych z zastosowaniem węży wleczonych z płożą (butem)	10
2.3. Metoda aplikacji nawozów naturalnych płynnych z wykorzystaniem aplikatorów szczelinowych	10
2.4. Metoda aplikacji nawozów naturalnych płynnych z wykorzystaniem aplikatorów doglebowych	11
2.5. Przyoranie obornika w ciągu 12 godzin od aplikacji	11
3. Podsumowanie	12

WSTĘP

Produkcja roślinna jest podstawowym i najważniejszym elementem większości gospodarstw rolnych, natomiast fundamentem tej produkcji jest gleba. Niezależnie od jej rodzaju, ukształtowania czy właściwości, należy o nią właściwie zadbać. Urodzajność gleb możemy zwiększyć poprzez stosowanie metod polepszających jej właściwości. Na przestrzeni lat, wraz z postępem technologicznym, zmieniają się potrzeby w uprawie roli.

W przeszłości do głównych zadań uprawy roli należało:

- redukcja zachwaszczenia;
- zwiększenie dostępności składników nawozowych poprzez przyśpieszenie mineralizacji próchnicy i minerałów glebowych;
- stworzenie warunków do uzyskania szybkich i równomiernych wschodów, co zwiększało konkurencyjność ładu w stosunku do chwastów.

Obecnie, we współczesnym rolnictwie, do zadań uprawy roli należy:

- ograniczenie strat glebowej materii organicznej – wzrost sekwestracji węgla organicznego w glebie;
- ograniczenie strat wody z gleby;
- ograniczanie erozji wodnej i wietrznej;
- poprawa struktury gleby i zmniejszenie zlewności i skłonności gleby do zaskorupiania;
- poprawa zdolności infiltracyjnej gleby – retencja glebowa;
- ograniczenie spływów i wymycia składników nawozowych;
- ograniczenie kosztów uprawy (paliwo i robocizna), siedliskowych możliwości organizacyjnych i ekonomicznych.

1. Nowe technologie w rolnictwie

1.1. Autonomiczne maszyny polowe

Aby sprostać zwiększającemu się zapotrzebowaniu na żywność, rolnictwo musi przechodzić dynamiczne i nieuchronne zmiany. Służą temu m.in. nowe technologie w rolnictwie, w tym nowe technologie w uprawie roślin. W obecnym roku wyraźnie widzimy rosnącą popularność autonomicznych maszyn rolniczych. Rolnik, przy pomocy komputera czy tabletu, steruje maszyną mogącą uprawiać pola, siać nasiona, zbierać plony bez bezpośredniego udziału człowieka. Wykorzystuje się do tego celu zaawansowane systemy nawigacji i sztucznej inteligencji uwzględniając jednocześnie specyficzne warunki polowe. Minimalizujemy w ten sposób straty i maksymalizujemy wydajność.



1.2. Rolnictwo precyzyjne

Rolnictwo precyzyjne również zyskuje na znaczeniu i ma coraz szersze zastosowanie na polach. Wykorzystuje się w nim nowoczesne technologie takie jak drony, satelity i czujniki na polach. Pozwala to rolnikom na dokładną analizę stanu swoich upraw w czasie rzeczywistym. Zbieramy dane dotyczące gleby, rozwoju roślin, nawodnienia plantacji czy warunków atmosferycznych.

1.3. Precyzyjne nawożenie mineralne

Takie informacje pomagają np. precyzyjnie dopasować nawożenie, czyli dostosować dawkę w zależności od potrzeb danego fragmentu pola. Zarówno ubogie, jak i zbyt nadmierne nawożenie, może być dla roślin fatalne w skutkach. Nadmierne nawożenie powoduje zachwianie równowagi w zawartości składników pokarmowych, co w konsekwencji przyczyni się do spadku plonów. I tu z pomocą przychodzi **rolnictwo precyzyjne**, a dokładniej **precyzyjne nawożenie**, czyli dopasowanie dawki nawozu do potrzeb danych roślin w określonej strefie pola. W tym celu wykorzystuje się technologię VRA (*Variable Rate Applications*), która opiera się na systemie wykorzystującym dane z modułów GPS, numerycznych map oraz danych cyfrowych i prób glebowych. Taka technologia wymaga wykorzystania rozsiewaczy wyposażonych w systemy sterujące i elementy umożliwiające automatyczną zmianę ilości nawozu podawanego ze zbiornika na tarcze rozsiewające. Funkcję zmiennego dawkowania nawozów umożliwiają znajdujące się w kabinie ciągnika terminale obsługujące nawigację GPS, sterujące pracą rozsiewaczy do nawozów.



W rolnictwie precyzyjnym wykorzystuje się również samobieżne opryskiwacze, które poprzez odbicie światła (w zakresie widzialnym i podczerwieni) oceniają barwę liści i na podstawie tego wyniku **szacują zapotrzebowanie roślin na azot**. Takie właściwości mają również specjalnie do tego celu przygotowane urządzenia montowane na ciągniku lub innych maszynach rolniczych. **Są to ogólnie maszyny z zainstalowanymi urządzeniami typu N-sensor**. Najbardziej popularnym rozwiązaniem na rynku jest w tej chwili system *Crop Sensor Isaria*, bazujący na technologii ISO-BUS i współpracujący z urządzeniami GPS. Zastosowano tu dwa czujniki optyczne ulokowane na dwóch głowicach, rozmieszczone z prawej i lewej strony ramienia montowanego z kolei na przednim TUZ ciągnika. Pomiar odbywa się poprzez pionową emisję światła w podczerwieni. Ustalane zostają dwa indeksy: IBI – indeks biomasy oraz IMRI – indeks wegetacyjny (zawartość chlorofilu), co pozwala precyzyjnie ustawić i zoptymalizować dawkę nawozu.

Kolejną nową technologią, coraz częściej spotykaną na naszych polach, są **rozsiewacze w systemie rolnictwa precyzyjnego**. Aplikują one zmienne dawki nawozów na podstawie map aplikacyjnych. Ich cechą jest zastosowanie rozwiązań, które pozwalają w trybie automatycznym zmienić ilość nawozu, jaka ze zbiornika dostaje się na tarcze wysiewające oraz szerokość roboczą wysiewu nawozu. W rozsiewaczach tych ilość dostarczanego na tarczę nawozu jest regulowana zasuwą uruchamianą za pomocą silnika elektrycznego sterowanego z komputera pokładowego. Nieodzownym elementem wyposażenia tych rozsiewaczy jest również system wagowy, w skład którego wchodzi sensory, komputer oraz sterownik. Z kolei komputer w takim urządzeniu odpowiada za zachowanie żądanej dawki wysiewu poprzez automatyczną regulację stopnia otwarcia zasuw i ilości przepuszczanego nawozu. Niektóre maszyny posiadają również dodatkowe czujniki nachylenia, niezbędne przy pracy na skłonach. Co ciekawe, w ramach ciągle doskonałego postępu technologicznego, w konstrukcji rozsiewaczy stosuje się rozwiązania mające na celu zachowanie poprawnego rozkładu poprzecznego wysiewu nawozów. Układy te to zespół czujników zlokalizowanych za tarczami. Czujniki te działają od siebie niezależnie, a ich rolą jest bieżąca kontrola przewidywanego rozkładu poprzecznego rozsiewanego nawozu. Są one połączone z komputerem pokładowym, który po uzyskaniu informacji od czujników monitoruje i odpowiednio kieruje procesem wysiewu nawozów. Wzbogacone wersje tych urządzeń wyposażane są również w stacje pogodowe, mierzące siłę i kierunek wiatru. W sytuacji, gdy rozrzut nawozu zaczyna odbiegać od normy, układy te natychmiast reagują, dokonując korekty w systemie dozowania poprzez m.in. zmianę liczby obrotów tarcz wysiewających.

1.4. Precyzyjna uprawa gleby i systemy monitorowania stanu gleby

Rolnictwo precyzyjne w tym zakresie będzie obejmowało **zintegrowane systemy uprawy gleby składające się z takich elementów składowych jak: pomiarowy, wykonawczy i sterujący**, stanowiące nowoczesne podejście do utrzymania gleby w należytej kulturze i zachowania, a nawet podnoszenia jej zasobów plonotwórczych.

W przypadku segmentu pomiarowego na uwagę zasługują takie parametry jak: położenie, parametry uprawy i gleby oraz zaawansowane techniki transferu pozyskanych danych do dalszych

elementów zintegrowanego systemu. W części dotyczącej analizy pozyskanych danych szczególną uwagę zwracają systemy przechowywania i analizy danych w celu wypracowania właściwych wniosków i odpowiedniego ich zastosowania. Część wykonawcza to ostatni element, do którego trafiają przerobione dane, podejmujący już konkretną pracę na polu. Przykładem mogą tu być roboty polowe, w których wykorzystuje się wszelkie komponenty rolnictwa inteligentnego.

1.5. Współczesne technologie uprawy gleby

Uprawa gleby, czyli jej kruszenie i mieszanie, to jednocześnie zmiana jej struktury, zmiana w mikrosystemach glebowych. Intensywne mieszanie i rozrywanie fragmentów gleby wpływa na wilgotność i życie biologiczne, jakie ma tam miejsce.

Doskonałym rozwiązaniem byłoby połączenie wpływu uprawy gleby i minimalizacji jej negatywnych oddziaływań. W praktyce od dawna stosuje się uprawę pługową, która poprzez mechaniczne oderwanie fragmentów podłoża i ich odwrócenie, powoduje jej wymieszanie i odwrócenie, co nie do końca jest korzystne. Rozwiązaniem może tu być **uprawa konserwująca**, u podstaw której leży zachowanie możliwie dobrego stanu gleby. Polega ona na ograniczeniu lub całkowitej rezygnacji z orki oraz utrzymaniu możliwie długo stałej okrywy roślinnej. Sprzyja to gromadzeniu się większej ilości pozostałości na powierzchni, co wspomaga gromadzenie się materii organicznej w glebie i intensyfikację naturalnych procesów biologicznych.

W przypadku gleb zdegradowanych biologicznie uprawa konserwująca nie wystarczy. Konieczne będą zabiegi polegające na przywróceniu glebie jej pierwotnej wydajności przez regenerację jej zasobów. Ta praktyka polegająca na wprowadzeniu do gleby dodatkowych składników - to nic innego jak **rolnictwo regeneratywne**. Jego rolą jest wprowadzenie do gleby pozostałości roślin i tym samym zwiększenie akumulacji składników pokarmowych oraz zwiększenie stężenia węgla, co z kolei leży u podstaw **rolnictwa węglowego**.

1.6. Uprawa pasowa – strip-till

Istotą uprawy pasowej jest głębokie, sięgające 30-35 cm spulchnienie wąskich pasów roli, w które są wysiewane nasiona i nawozy mineralne. W międzyrzędziach gleba nie zostaje spulchniona, ma zachowany podsiać wody z głębszych warstw gleby. Strip-till, czyli uprawa gleb w pasach roboczych, gdzie za jednym przejazdem dokonuje się:

- wymieszania gleby,
- wysiewu nawozów,
- wysiewu nasion.

Technologia strip-till może składać się z dwóch niezależnych zabiegów agrotechnicznych wykonanych w różnym czasie. Najpierw wykonuje się uprawę pasów roli, w drugim zabiegu, w przygotowaną rolę, są wysiewane nasiona i nawozy. W przypadku uprawy roślin sianych w szerokie rzędy, np. kukurydzy, jest to łatwe i nie wymaga korzystania z nawigacji satelitarnej. Trudno jest o precyzyjną uprawę w wąskie rzędy, np. w uprawach zbóż, gdzie jest zalecana.

1.7. Uprawa zerowa (siew bezpośredni)



W tym systemie uprawy, od zbioru przedplonu do siewu rośliny następczej, nie wykonuje się żadnych uprawek. Przedsiębiorstwo przygotowuje pole do siewu polegając na zniszczeniu samosiewów roślin i chwastów herbicydami o totalnym działaniu zawierającymi glifosat. Następnie, w jednym przejeździe wykonujemy siew nasion siewnikiem przeznaczonym do siewu bezpośredniego razem z aplikacją nawozów. Największą zaletą siewu bezpośredniego jest duża wydajność i małe zużycie paliwa.

Tab. 1. Erozyjne łączne straty składników mineralnych i próchnicy (GI Rogów)

Wyszczególnienie	System uprawy		
	tradycyjny	bezorkowy	siew bezpośredni
Próchnica (g/m ²)	6,5	2,4	1,8
Fosfor (mg/m ²)	213	77	56
Potas (mg/m ²)	238	112	96
N-NO ₃ (mg/m ²)	294	117	103
Wapń (mg/m ²)	1950	763	645

Źródło: Jadczyszyn i in., 2005

Tab. 2. Wilgotność gleby (% obj.) w uprawie pszenicy ozimej (Rogów – gleba ciężka, średnie z 6 terminów pomiarów)

Uprawa roli	Głębokość w cm						Średnio
	10	20	30	40	50	60	
Płużna	15,4	6,8	7,6	7,7	14,4	24,9	12,8
Bezorkowa	15,3	8,4	10	8,7	13,3	31,3	14,5
Zerowa	14,5	10,2	10	9,9	18,1	33,7	16,0

Źródło: J. Smagacz 2018

Dobór odpowiedniej techniki uprawy jest z reguły przypisany do konkretnego gospodarstwa, jego modelu produkcji, płodozmianu, wielkości oraz innych zmiennych. Należy jednak pamiętać, że w przypadku ograniczania strat składników pokarmowych z gleby, zabiegi te powinny być jak najmniej inwazyjne, z zachowaniem pokrywy glebowej, a ilość przejazdów powinna być ograniczona do minimum i uwzględniać przejazdy, podczas których wykonywanych jest kilka czynności jednocześnie.

I tu pojawia się potrzeba zastosowania odpowiednich, nowoczesnych narzędzi do uprawy. Zastosowanie nowych technologii to przede wszystkim szybki i bezkolizyjny transfer danych pomiarowych i sterujących w podstawowych procesach produkcyjnych. Mówimy tu już o **rolnictwie 5.0**, w którym wykorzystywany jest sprzęt wykonujący zabiegi bez nadzoru, korzystając z lokalnych lub globalnych systemów wspomagania decyzji.

2. Wykorzystanie nowych technologii w aplikacji nawozów naturalnych

Ograniczenie strat składników odżywczych rozpoczyna się na etapie aplikacji nawozów, szczególnie naturalnych, zawierających dużą dawkę azotu, który niestety łatwo się ulatnia w postaci amoniaku do atmosfery.

W celu wyeliminowania strat amoniaku podczas nawożenia płynnymi nawozami naturalnymi (gnojowicą) wskazane jest stosowanie aplikacji doglebowej.

2.1. Metoda aplikacji nawozów naturalnych płynnych z zastosowaniem węży wleczonych

Gnojowica jest rozprowadzana z węży rozmieszczonych w równych odstępach (25-30 cm) na całej szerokości belki roboczej. Dzięki miękkim węzom spustowym rozprowadzającym nawóz naglebowo, rozlewany jest u podstawy roślin, nie spowalniając ich wzrostu. W ten sposób tylko niewielka część trawy ulega zabrudzeniu gnojowicą. Choć gnojowica pozostaje na powierzchni gleby, szacuje się, że wynikające z tego ograniczenie kontaktu z powietrzem powoduje zmniejszenie strat przez ulatnianie – straty azotu 20-65%.

2.2. Metoda aplikacji nawozów naturalnych płynnych z zastosowaniem węży wleczonych z płozą (butem)

Rampy tzw. płozowe – jak wskazuje nazwa – są dodatkowo wyposażone w płozy, które wywierają stały nacisk na podłoże dzięki systemowi listew na sprężynach. Rozgarniając rośliny, płozy umożliwiają dostarczenie składników odżywczych zawartych w gnojowicy jak najbliżej podstawy pędów, bez zanieczyszczenia liści i znacznego zanieczyszczenia paszy. Z tego względu rampy płozowe można używać do nawożenia łąk. W tym przypadku, pomimo tego, że gnojowica pozostaje na powierzchni gleby, to jej stały kontakt z podłożem zmniejsza straty amoniaku o około 50%-75%.



2.3. Metoda aplikacji nawozów naturalnych płynnych z wykorzystaniem aplikatorów szczelinowych

W przypadku zastosowania talerzy tnących rozmieszczonych w regularnych odstępach, zagłębiają się one w glebę na zaledwie 3 cm. W utworzoną płytką bruzdkę, za pomocą stożków

wtryskujących poprzedzonych płozami, wlewana jest gnojowica. Dzięki temu jedynie podstawa rośliny zostaje lekko zanieczyszczona na niewielkiej szerokości 3-5 cm. W ten sposób można uniknąć strat amoniaku w około 85%.

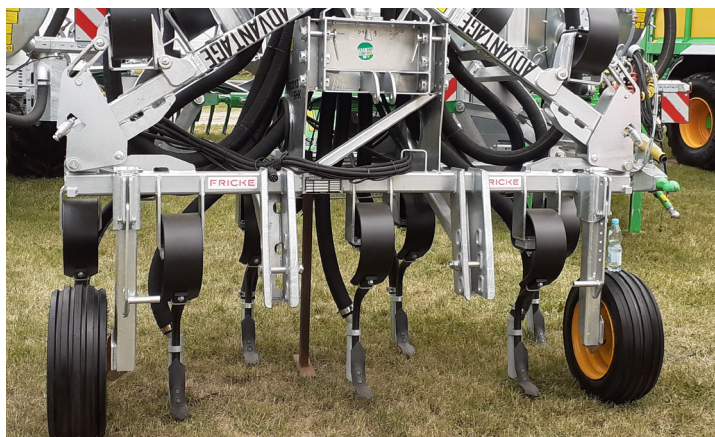
Aplikatory z elementami roboczymi w postaci talerzy stożkowych umożliwiają aplikację gnojowicy na średnią głębokość 6 cm, co jest zależne od wielkości ich nacisku na głębę. Tak jak w poprzednim rozwiązaniu, talerze najpierw tworzą bruzdę, do której stożki wtryskujące



skujące równomiernie wprowadzają nawóz, nie brudząc roślin. W tym przypadku trafia on jednak znacznie głębiej, dzięki czemu jest szybciej przyswajany przez korzenie roślin, ten sposób aplikacji doglebowej zapobiega ulatnianiu się amoniaku do atmosfery w ponad 95%, jednocześnie zmniejszając ryzyko wypłukania gnojowicy przez niespodziewany deszcz.

2.4. Metoda aplikacji nawozów naturalnych płynnych z wykorzystaniem aplikatorów doglebowych

W celu całkowitego wyeliminowania strat amoniaku, podczas nawożenia gnojowicą pola bez roślinności, należy zastosować aplikatory doglebowe. Powstały one na bazie zębowych i talerzowych narzędzi uprawowych, co powoduje, że podczas ich pracy gleba jest po prostu uprawiana. Można więc za ich pomocą np. zerwać ściernisko po żniwach i jednocześnie wprowadzić gnojowicę do gleby. Dodatkowo w maszynach takich można zastosować urządzenie GPS do jeszcze dokładniejszej aplikacji nawozów .



prostu uprawiana. Można więc za ich pomocą np. zerwać ściernisko po żniwach i jednocześnie wprowadzić gnojowicę do gleby. Dodatkowo w maszynach takich można zastosować urządzenie GPS do jeszcze dokładniejszej aplikacji nawozów .

2.5. Przyoranie obornika w ciągu 12 godzin od aplikacji

Przyoranie obornika w ciągu 12 godzin od aplikacji nie tylko wpisuje się w jedną z metod ograniczających straty składników odżywczych, ale również jest jedną z praktyk w ramach ekoschematów w Rolnictwie Węglowym.

Szybkie przykrycie nawozów naturalnych zapobiega stratom składników pokarmowych w wyniku erozji, spływu powierzchniowego czy też utleniania.

3. Podsumowanie


Nowe technologie wykorzystywane we współczesnym rolnictwie to nie tylko innowacje, ale coraz szerzej przyjęte praktyki stosowane w coraz większym zakresie i w coraz większej ilości gospodarstw. Udoskonalane nieustannie technologie służą lepszemu wykorzystaniu pracy, skracają ilość godzin przeznaczanych na określone zabiegi polowe, ilość przejazdów i zużytego paliwa. Ma to wymierne skutki w ograniczaniu emisji spalin, ochronie środowiska, a przede wszystkim zapobiega degradacji gleb i stratom składników odżywczych w nich zawartych.

Współczesne rolnictwo to synchronizacja wszystkich czynności, których celem nadrzędnym jest sukcesywnie rosnąca produkcja żywności z poszanowaniem środowiska i klimatu.

Nowe technologie sprzyjają tym trendom, są kluczowym elementem zrównoważonego rolnictwa, w czym nie mały udział mają polscy rolnicy i innowacje oparte na krajowej technice rolniczej.

Źródła:

- P. Kardasz, *Złoto w glebie, Nowoczesna uprawa, grudzień 2023 r.*
- A. Ekielski i in., *Precyzyjne i inteligentne rolnictwo – stan i perspektywy wdrażania, Praca zbiorowa, Warszawa 2023 r.*
- *Materiały własne*
- *Zdjęcia własne.*



Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego
z siedzibą w Olsztynie

ul. Jagiellońska 91, 10-356 Olsztyn
tel. 89 535 76 84, 89 526 44 39

e-mail: sekretariat@w-modr.pl
www.wmodr.pl

