

R A P O R T Y P I B**ZESZYT 1****2006****Tamara Jadczyzyn***Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach***SPORZĄDZANIE PLANU NAWOŻENIA Z UWZGLĘDNIENIEM
WYNIKÓW BADAŃ GLEBY*****Wstęp**

Zakres działalności okręgowych stacji chemiczno-rolniczych określa ustawa o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2000 r., nr 89, poz. 991) z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2004 r., nr 91, poz. 876 i Dz. U. z 2005 r., nr 249, poz. 2103). Do podstawowych zadań realizowanych przez oschr należy doradztwo nawozowe oraz opiniowanie planów nawożenia. Posiadanie zaopiniowanego przez oschr planu nawożenia jest obecnie obowiązkiem podmiotów prowadzących chów lub hodowlę zwierząt na dużą skalę, tj. powyżej:

- 40 000 stanowisk dla drobiu,
- 2 000 stanowisk dla świń o masie ponad 30 kg,
- 750 stanowisk dla macior.

Powstające w produkcji zwierzęcej nawozy naturalne muszą być co najmniej w 70% zagospodarowane na gruntach będących w posiadaniu danego podmiotu, a do 30% ilości tych nawozów podmiot może zbyć do bezpośredniego wykorzystania rolniczego. Nabywca nawozów również zobowiązany jest do sporządzenia planu nawożenia i uzyskania pozytywnej opinii oschr.

Ilość nawozów naturalnych wytwarzanych przy takiej skali produkcji jest duża i dla jej zagospodarowania zgodnego z obowiązującymi przepisami (dawka azotu w nawozach naturalnych nie może być większa niż $170 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) potrzebna jest odpowiednio duża powierzchnia użytków rolnych. Stacje chemiczno-rolnicze stają zatem przed zadaniem sporządzania lub opiniowania planów nawożenia dla powierzchni tysiąca lub nawet więcej hektarów użytków.

Podstawą planowania nawożenia jest ocena odczynu (pH) i zasobności gleby w podstawowe składniki pokarmowe (PKMg). Próbki gleby do badań pobiera się zgodnie z Polską Normą PN-R-04031: „Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Pobieranie próbek”. Jedna próbka gleby może reprezentować obszar o powierzchni do 4 hektarów, wyrównanej pod względem glebowym i o zbliżonym ukształtowaniu terenu. Dla pla-

* Opracowanie wykonano w ramach zadania nr 1.5 w programie wieloletnim IUNG PIB.

nowania nawożenia równie ważne jest, aby jedna próbka glebowa reprezentowała powierzchnię jednorodną pod względem agrotechnicznym (płodzmian, historia nawożenia). W przypadku znacznego zróżnicowania warunków naturalnych czy agrotechnicznych nawet na działce o powierzchni mniejszej niż 4 ha powinno się pobrać więcej niż jedną próbkę glebową. Wszystkie próbki muszą być odpowiednio oznakowane, a reprezentowane powierzchnie zaznaczone na odrzynie podkładu geodezyjnego lub na dokładnym szkicu.

Z gospodarstwa o powierzchni tysiąca ha do laboratorium trafi co najmniej 250 próbek glebowych. Wyniki analiz takiej liczby próbek należy uwzględnić przy planowaniu nawożenia. Czy oznacza to konieczność opracowania 250 zaleceń nawozowych? Aby odpowiedzieć na to pytanie trzeba poznać założenia systemu doradztwa nawozowego i czynniki powodujące zróżnicowanie dawek nawozów.

Podstawy doradztwa nawozowego dla roślin uprawy polowej

Nawożenie ma na celu zaspokojenie potrzeb pokarmowych roślin i utrzymywanie odpowiedniego poziomu zasobności gleby w składniki mineralne. Potrzebami pokarmowymi roślin określamy ilość składników jaką muszą pobrać rośliny dla wytworzenia określonego plonu biomasy. W doradztwie nawozowym pobranie NPK wyznacza się na podstawie prognozowanego plonu i ilości składników pobieranych przez rośliny na wytworzenie jednostki plonu (tab. 1). Na przykład na wytworzenie 6 ton ziarna rośliny pszenicy ozimej pobierają: 142 kg N, 26 kg P i 76 kg K.

Tabela 1

Pobranie składników pokarmowych w kg na 1 t plonu głównego z odpowiednią ilością plonu ubocznego

Roślina uprawna	Azot (N)	Fosfor (P)	Potas (K)
Pszenica ozima	23,7	4,3	12,6
Pszenica jara	25,1	4,5	13,6
Jęczmień jary	21,0	4,2	13,7
Żyto	21,6	4,4	18,0
Kukurydza na ziarno	28,4	5,4	23,3
Rzepak	44,5	9,6	33,3
Ziemniak	3,9	0,6	5,5
Burak cukrowy	4,0	0,7	5,4
Kukurydza na kiszonkę *	3,7	0,6	3,8
Koniczyna *	5,1	0,5	4,4
Lucerna*	6,1	0,6	4,7
Koniczyna z trawami*	4,8	0,5	4,7
Lucerna z trawami*	5,2	0,7	4,9
Trawy*	5,1	0,6	4,9

* pobranie na 1 t plonu zielonej masy

Źródło: Fotyma M., Jadczyzyn T., Pietruch Cz., 2001 (1)

Liczba gatunków roślin uprawnych oraz zmienność plonów w obrębie gatunków są zatem najważniejszymi przyczynami zróżnicowania dawek nawozów w gospodarstwie.

Potrzeby nawozowe

Nawożenie fosforem i potasem, obok zabezpieczenia potrzeb (wymagań) pokarmowych roślin, ma na celu także zachowanie optymalnej zasobności gleby. Potrzeby nawozowe można zdefiniować jako potrzeby pokarmowe roślin zmodyfikowane w zależności od aktualnej zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie. W systemie doradztwa nawozowego wyznacza się je jako iloczyn prognozowanego pobrania składników przez rośliny i odpowiedniego współczynnika korekcyjnego dotyczącego zasobności gleby (tab. 2). Współczynnik ten ma wartość mniejszą od 1 na glebach o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości składników, co oznacza, że potrzeby nawozowe są w tym przypadku mniejsze od potrzeb pokarmowych roślin. Na glebach o niskiej lub bardzo niskiej zawartości składników współczynnik korekcyjny jest większy od 1. Na przykład potrzeby nawozowe pszenicy ozimej przy plonie ziarna $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w warunkach niskiej zasobności gleby w fosfor i potas wynoszą: 142 kg N, 33 kg P ($26 \text{ kg P} \cdot 1,25$) i 95 kg K ($76 \text{ kg K} \cdot 1,25$) na 1 ha. W tym przypadku potrzeby nawozowe są większe od potrzeb pokarmowych roślin ze względu na konieczność zwiększenia zasobności gleb. Na glebach średnio zasobnych dopływ składników powinien równoważyć pobranie z plonem, a zatem współczynnik korekcyjny jest równy 1, czyli potrzeby nawozowe są takie same, jak potrzeby pokarmowe roślin.

Zasobność gleby w składniki pokarmowe jest ważnym czynnikiem decydującym o zróżnicowaniu dawek nawozów fosforowych i potasowych.

Tabela 2

Wartości współczynników korekcyjnych w zależności od zasobności gleby w fosfor i potas

Zasobność	Bardzo niska	Niska	Średnia	Wysoka	Bardzo wysoka
Współczynnik	1,5	1,25	1,0	0,75	0,5

Źródło: Opracowanie własne zgodnie z Kodeksem Dobrej Praktyki Rolniczej (4)

Składniki dostępne z nawozów naturalnych

Istotnym źródłem dopływu składników pokarmowych roślin są nawozy naturalne. Całkowity dopływ składników z tego źródła oblicza się na podstawie wielkości dawki nawozu i zawartości (%) w nim NPK. Ilości składników bezpośrednio dostępnych dla roślin, które można odliczyć od planowanych dawek nawozów mineralnych określa się mnożąc całkowitą ilość składników w nawozach naturalnych przez odpowiedni równoważnik nawozowy azotu lub współczynniki wykorzystania P i K podane w tabeli 3.

Tabela 3

Równoważniki nawozowe azotu i współczynniki wykorzystania P i K z nawozów naturalnych

Nawóz naturalny	W I roku po zastosowaniu			W II roku po zastosowaniu		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Obornik	0,3	0,4	0,8	0,1	0,3	0,1
Gnojowica	0,7-0,5*	0,7	0,8	0,1	0,1	0,1
Gnojówka	1,0	-	0,8	-	-	0,1

* wyższa wartość przy stosowaniu krótko przed siewem lub sadzeniem, niższa – przy stosowaniu pogłównym
Źródło: Maćkowiak Cz., 1999 (3)

Składniki dostępne z przyoranych produktów ubocznych

Dodatkowym źródłem składników pokarmowych dla roślin uprawnych są produkty uboczne (słoma, liście buraczane i in.) pozostawiane na polu po zbiorze rośliny przedplonowej. Ich ilość zależy od koncentracji składników w produktach ubocznych oraz wielkości ich plonu. Przy wyznaczaniu ilości składników dostępnych dla roślin następczych uwzględnia się także równoważniki nawozowe azotu oraz współczynniki wykorzystania P i K. W tabeli 4 przedstawiono przeciętne ilości składników pokarmowych dostępnych dla roślin następczych z przyoranych produktów ubocznych przedplonów. Ujemne wartości w przypadku słomy zbóż oznaczają, że jej przyoranie skutkuje zwiększeniem potrzeb nawozowych względem azotu. Dzieje się tak, ponieważ słoma jest źródłem energii dla rozwoju mikroorganizmów glebowych. Zawartość azotu w słomie jest niewystarczająca dla ich rozwoju, dlatego znaczne ilości azotu mikroorganizmy pobierają także z gleby. Azot związany w masie mikroorganizmów jest czasowo niedostępny dla roślin uprawnych, dlatego w stanowiskach z przyoraną słomą zachodzi potrzeba bardziej intensywnego nawożenia ozimin azotem.

Tabela 4

Ilości składników pokarmowych dostępnych dla roślin następczych w kg z 1 tony przyoranego produktu ubocznego

Produkt uboczny	Azot (N)	Fosfor (P)	Potas (K)	Relacja plon uboczny : plon główny
Słoma pszenicy	-5,0	0,3	8,0	1:1
Słoma jęczmienia	-5,0	0,4	9,6	0,9:1
Słoma żyta	-5,0	0,4	9,4	1,4:1
Słoma kukurydzy	-5,0	0,8	15,0	1:1
Słoma bobiku	2,7	0,6	13,8	1:1
Słoma grochu	3,4	0,7	14,1	1:1
Słoma łubinów	2,4	0,6	12,3	1:1
Słoma rzepaku	4,8	0,6	13,6	1,1:1
Liście buraka cukrowego	1,8	0,2	4,4	0,8:1

Źródło: Opracowanie własne

Dopływ składników mineralnych dla roślin następczych z przyoranych produktów ubocznych zależy od ich masy przypadającej na 1 ha powierzchni pola. Można ją oszacować na podstawie wielkości uzyskanego plonu produktu głównego i jego relacji do plonu ubocznego (plon uboczny : plon główny).

Inne źródła azotu

Źródłem azotu są również resztki poźniwne roślin motylkowatych. W glebie po zbiorze roślin motylkowatych pozostają znaczne ilości azotu w postaci resztek poźniwnych. Zakłada się, że jest to około 30% całkowitej ilości azotu nagromadzonego w nadziemnej biomase roślin. Całkowity dopływ składnika z tego źródła oblicza się na podstawie pobrania azotu z uzyskanym plonem rośliny motylkowej (z uwzględnieniem pobrania jednostkowego, jak w tabeli 1). Równoważnik azotu pochodzącego z tego źródła przyjmuje się na poziomie 0,5; oznacza to, że 1 kg N w resztkach poźniwnych roślin motylkowatych równoważy działanie 0,5 kg składnika zastosowanego w nawozach mineralnych.

Opad atmosferyczny dostarcza do gleby przeciętnie około $19 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w ciągu roku. Uwzględniając długość okresu wegetacyjnego można przyjąć, że z tej ilości dla roślin dostępnych jest ok. $10 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Dawki nawozów mineralnych wyznacza się z różnicy pomiędzy potrzebami nawozowymi i ilością składników dostępnych dla roślin z innych źródeł.

Zróżnicowanie dawek nawozów w gospodarstwie

Ze względu na różnice w pobieraniu składników dla każdego gatunku rośliny uprawianej w gospodarstwie musi być opracowane zalecenie nawozowe. W obrębie jednego gatunku potrzeby nawozowe mogą być zróżnicowane w zależności od urodzajności gleb i poziomu uzyskiwanych plonów. Jeżeli w obrębie jednego pola uprawnego potrafimy wydzielić obszary o zróżnicowanym potencjale plonowania, to dla każdego z nich należy określić dawki nawozów uwzględniając odpowiedni poziom plonów. W obrębie dużych powierzchniowo pól przyczyną zmienności potrzeby ich nawożenia może być zróżnicowanie elementów agrotechniki. Na przykład z części pola zbiera się produkty uboczne, a na innej części przyoruje.

Przystępując do opracowania planu nawożenia w gospodarstwie należy ustalić czy na poszczególnych polach uprawnych występują czynniki różnicujące potrzeby nawozowe roślin. Jeżeli tak, to w obrębie pola jednej rośliny należy wydzielić powierzchnie jednorodne pod względem plonowania i stosowanych zabiegów agrotechnicznych. Jeśli powierzchnia jednorodna przekracza 4 ha, a zatem jest reprezentowana przez więcej niż jedną próbkę gleby, to w jej granicach dawki nawozów mogą być zróżnicowane dużą zmiennością (co najmniej o jeden przedział) zawartości składników w glebie.

Wskaźniki zawartości fosforu i potasu w glebie uwzględnia się w algorytmie obliczania dawek nawozów poprzez korektę pobrania składników przez rośliny. Zastoso-

wany w tym celu współczynnik korekcyjny jest zmienną dyskretną, której wartość zależy od przedziału zawartości składników. Ponieważ zasobność gleb wycenia się w skali 5-stopniowej, to współczynnik korekcyjny może przyjmować jedną z pięciu wartości (1,5; 1,25; 1,0; 0,75; 0,5). Zatem dla jednorodnego pod względem agrotechnicznym pola można wyznaczyć maksymalnie 5 poziomów nawożenia danym składnikiem.

Planowanie nawożenia i ocena planu nawożenia

Plany nawożenia mogą być opracowywane różnymi metodami, nie zawsze jest to sprecyzowane, podobnie jak i sposób lub kryteria oceny planów nawozowych. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach opracował odpowiednie do tych celów narzędzia. Są to komputerowe programy NawSald oraz Macrobil.

NawSald jest programem doradztwa nawozowego przeznaczonym do opracowywania planów nawożenia zgodnie z przedstawioną w tej pracy koncepcją. Za pomocą tego programu można obliczyć ilość nawozów naturalnych wytwarzanych w gospodarstwie na podstawie obsady poszczególnych gatunków zwierząt, a następnie obliczyć dawki nawozów z uwzględnieniem zasobności gleby, przewidywanych plonów oraz zagospodarowania nawozów naturalnych. Jest to program konwersacyjny, jednak może być wykorzystywany nawet w gospodarstwach o dużej powierzchni użytków rolnych. Przystępując do sporządzania planu nawożenia za jego pomocą należy odpowiednio przygotować i uporządkować niezbędne dane wejściowe, w tym:

- przeanalizować wyniki analiz gleby, aby stwierdzić ile przedziałów zasobności w poszczególne składniki pokarmowe występuje na obszarze konkretnego pola (nie więcej niż 5);
- odpowiedzieć sobie na pytanie, czy na tym polu występuje zmienność plonowania danego gatunku rośliny na tyle duża, aby różnicować dawki nawozów; jeśli tak, to należy wyznaczyć poziomy plonów do symulacji.

Maksymalna liczba symulacji jakie należy wykonać jest iloczynem liczby poziomów plonu i przedziałów zasobności gleby w składniki pokarmowe.

Do oceny planów nawozowych stacje chemiczno-rolnicze mogą wykorzystywać program komputerowy Macrobil. Służy on do badania bilansu składników pokarmowych w skali gospodarstwa oraz obliczania dodatkowych wskaźników poprawności gospodarowania składnikami mineralnymi w gospodarstwie.

Do podstawowych kryteriów, które należy uwzględnić przy ocenie planu nawożenia zalicza się:

1. zagospodarowanie nawozów naturalnych na użytkach własnych (co najmniej 70% z własnej produkcji);
2. dopływ azotu z nawozów naturalnych (nie więcej niż $170 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ użytków rolnych);
3. zrównoważone salda poszczególnych składników pokarmowych.

Podsumowanie

Podstawą planowania nawożenia jest zasobność gleby w składniki pokarmowe. Z powodu dużej zmienności glebowej wynikają problemy z formułowaniem zaleceń nawozowych dla pól o dużych powierzchniach, których zasobność w składniki pokarmowe charakteryzowana jest wynikami badań kilkudziesięciu czy nawet kilkaset próbek glebowych. W pracy wykazano, że o zróżnicowaniu wielkości dawek azotu decyduje poziom plonów, a o zróżnicowaniu dawek P i K - również zasobność gleby w te składniki. Jeśli wyniki badań gleby wycenia się w skali 5-stopniowej, to dla każdego poziomu plonu, na jednorodnym pod względem agrotechniki polu, można wyznaczyć nie więcej niż 5 poziomów dawek P i K. Podejście takie znakomicie ogranicza liczbę wykonywanych symulacji, a zatem zmniejsza pracochłonność sporządzania planu nawożenia.

Literatura

1. F o t y m a M., J a d c z y s z y n T., P i e t r u c h C z.: A decision support system for sustainable nutrient management on farm level: MACROBIL. Nawozy i Nawożenie - Fertilizer and Fertilization, 2001, **2**: 7-26.
2. J a d c z y s z y n T.: Podstawy naukowe doradztwa nawozowego. Nawozy i nawożenie - Fertilizers and fertilization, 2000, **4**: 185-205.
3. M a ć k o w i a k C z.: Przechowywanie i stosowanie nawozów organicznych zgodnie z wymaganiami UE i ochrony środowiska. WPODR Szepietowo, 1999.
4. Praca zbiorowa pod red. I. Duer, M. Fotymy i A. Madeja: Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. MRiRW - MŚ - FAPA, Warszawa, 2002.

Adres do korespondencji:

dr Tamara Jadczyzyn
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (0-81) 886-34-21
e-mail: tj@iung.pulawy.pl

