

Tamara Jadczyzyn

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

PLANOWANIE NAWOŻENIA W GOSPODARSTWIE
Z WYKORZYSTANIEM PROGRAMU NawSald*

Wstęp

Celem nawożenia jest dostarczenie roślinom składników pokarmowych w ilościach niezbędnych dla uzyskania plonu osiągalnego (jest to plon uzyskiwany w określonych warunkach naturalnych – glebowo-klimatycznych – i przy zastosowaniu poprawnej agrotechniki) w warunkach gospodarstwa oraz utrzymanie zasobności gleby na poziomie co najmniej średnim. Źródłem składników pokarmowych dla roślin oprócz nawozów mineralnych mogą być: nawozy naturalne i organiczne, pozostające na polu produkty uboczne przedplonu, resztki poźniwne, podlegająca procesowi mineralizacji glebowa materia organiczna i inne. W systemie zrównoważonego gospodarowania nawozy mineralne powinny być stosowane w takich dawkach, aby dopływ składników łącznie ze wszystkich źródeł pokrywał potrzeby pokarmowe roślin i zapewniał utrzymanie optymalnej zasobności gleb. Podstawą zrównoważonego doradztwa nawozowego jest zatem bilans składników pokarmowych, w którym po stronie rozchodu uwzględnia się pobranie składników mineralnych z plonem, a po stronie przychodu ich dopływ z nawozów i innych źródeł. Dawki nawozów mineralnych wyznacza się jako różnicę pomiędzy potrzebami nawożenia i dopływem składników z innych źródeł.

W systemie zaleceń nawozowych NawSald do obliczania dawek nawozów mineralnych stosuje się metodę bilansu składników na powierzchni gleby w skali pola produkcyjnego. W pracy przedstawiono sposób obliczania poszczególnych elementów bilansu oraz wewnętrzne bazy danych programu, które mogą znaleźć zastosowanie do samodzielnego planowania nawożenia, a także do innych celów związanych z gospodarką składnikami mineralnymi, np. do szacowania produkcji nawozów naturalnych itp.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.9 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Pobranie składników mineralnych z plonem

Pobranie składników mineralnych zależy od gatunku rośliny oraz wielkości plonu osiągalnego w gospodarstwie. W tabeli 1 przedstawiono pobranie składników na jednostkę plonu głównego z odpowiednią ilością plonu ubocznego, uwzględniające stosunek masy produktów głównych i ubocznych dla różnych roślin uprawnych. Mnożąc odpowiednią wartość z tabeli przez wielkość osiągalnego plonu rośliny wyrażoną w tonach z 1 ha obliczamy wielkość pobrania składnika w kilogramach z powierzchni 1 ha pola.

Tabela 1

Pobranie składników pokarmowych na 1 tonę plonu głównego z odpowiednią ilością plonu ubocznego

Gatunek rośliny	Azot (N)	Fosfor (P)	Potas (K)	Magnez (Mg)
Zboża				
Pszenvica ozima	23,7	4,3	12,6	2,2
Pszenvica jara	25,1	4,5	13,6	2,2
Jęczmień ozimy	22,3	4,3	15,6	2,3
Jęczmień jary	21,0	4,2	13,7	2,3
Żyto	21,6	4,4	18,0	2,1
Pszenvżyto	24,1	4,7	17,6	2,1
Owies	22,2	4,7	18,3	2,2
Kukurydza na ziarno	28,4	5,4	23,3	4,4
Mieszanki zbożowe na ziarno	22,0	5,0	17,3	2,2
Gryka	41,7	9,1	44,9	7,8
Strączkowe				
Bobik,	54,2	7	30,3	3,1
Grochy	48,6	5,9	27	3,8
Łubiny	67	8,5	28,3	2,7
Soja	68	8,5	28,2	5,7
Mieszanki zbożowo-strączkowe na ziarno	35,3	5,4	22,1	3,0
Oleiste i przemysłowe				
Rzepak	44,5	9,6	33,3	4,5
Len oleisty na nasiona	40,3	8,8	26,3	5,8
Gorczyca	60,5	10,2	38,9	3,1
Korzeniowe				
Wczesny ziemniak	3,3	5,0	4,8	0,25
Ziemniak	3,9	0,6	5,5	0,4
Burak cukrowy	4,0	0,7	5,4	1,0
Burak pastewny	3,3	0,6	5,2	0,5
Inne korzeniowe	3,2	0,5	4,5	0,5
Pastewne				
Kukurydza na zieloną masę	3,7	0,6	3,8	0,7
Koniczyna	5,1	5,0	4,4	0,5
Lucerna	6,1	0,6	4,7	0,5
Koniczyna z trawami	4,8	0,5	4,7	0,6
Lucerna z trawami	5,2	0,7	4,9	0,5

cd. tab. 1

Gatunek rośliny	Azot (N)	Fosfor (P)	Potas (K)	Magnez (Mg)
Pastewne				
Mieszanki zbożowo-strączkowe na zieloną masę	4,8	0,7	5,4	0,5
Trawy	5,1	0,6	4,9	0,3
Owies na zieloną masę	4,0	0,6	4,6	0,26
Żyto na zieloną masę	4,1	0,6	4,4	0,2
Słonecznik na zieloną masę	4,2	0,7	4,3	0,6
Kapusta pastewna	4,2	0,5	5,0	0,3
Inne motylkowe na zieloną masę	4,8	0,6	3,9	0,3
Rzepak na zieloną masę	4,5	0,6	4,8	0,3
Seradela na zieloną masę	4,5	0,6	3,9	0,3
Warzywa w polu				
Kalafior	8,1	1,2	7,1	0,5
Ogórek	4,6	0,7	6,6	0,8
Kapusta	5,3	0,7	4,6	0,5
Cebula	2,4	0,5	2,1	0,2
Marchew, pietruszka	2,7	0,6	4,7	0,6
Burak ćwikłowy	4,7	0,8	6,5	0,4
Użytki zielone				
Pastwisko (zielona masa)	4,5	0,6	4,8	0,5
Łąka (siano)	19,1	2,55	20,4	2,1

Źródło: dane IUNG.

Potrzeby nawożenia fosforem, potasem i magnezem

Potrzeby nawożenia P, K i Mg oprócz potrzeb pokarmowych roślin obejmują również potrzeby nawożenia gleby. Za optymalną ze względów produkcyjnych i środowiskowych uważa się średnią zawartość składników w glebie według przyjętej w Polsce skali 5-stopniowej (tab. 2, 3 i 4). Przy ocenie zasobności w potas i magnez uwzględnia się także kategorię agronomiczną gleby. Warunkiem zrównoważonego nawożenia jest zatem regularne (co 4-5 lat) badanie zasobności gleby w składniki pokarmowe.

Tabela 2

Liczby graniczne do wyceny zawartości fosforu przyswajalnego w glebach mineralnych

Ocena zawartości	Zawartość P ₂ O ₅ (mg/100 g gleby)
Bardzo niska	≤ 5,0
Niska	5,1-10,0
Średnia	10,1-15,0
Wysoka	15,1-20,0
Bardzo wysoka	> 20,0

Źródło: Zalecenia nawozowe, 1990 (3).

Tabela 3

Liczby graniczne do wyceny zawartości potasu przyswajalnego w glebach mineralnych
(K₂O w mg/100 g gleby)

Ocena zawartości	Kategoria agronomiczna gleby			
	bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
Bardzo niska	≤ 2,5	≤ 5,0	≤ 7,5	≤ 10,0
Niska	2,6-7,5	5,1-10,0	7,6-12,5	10,1-15,0
Średnia	7,6-12,5	10,1-15,0	12,6-20,0	15,1-25,0
Wysoka	12,6-17,5	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30,0
Bardzo wysoka	> 17,5	> 20,0	> 25,0	> 30,0

Źródło: Zalecenia nawozowe, 1990 (3).

Tabela 4

Liczby graniczne do wyceny zawartości magnezu przyswajalnego w glebach mineralnych
(Mg w mg/100 g gleby)

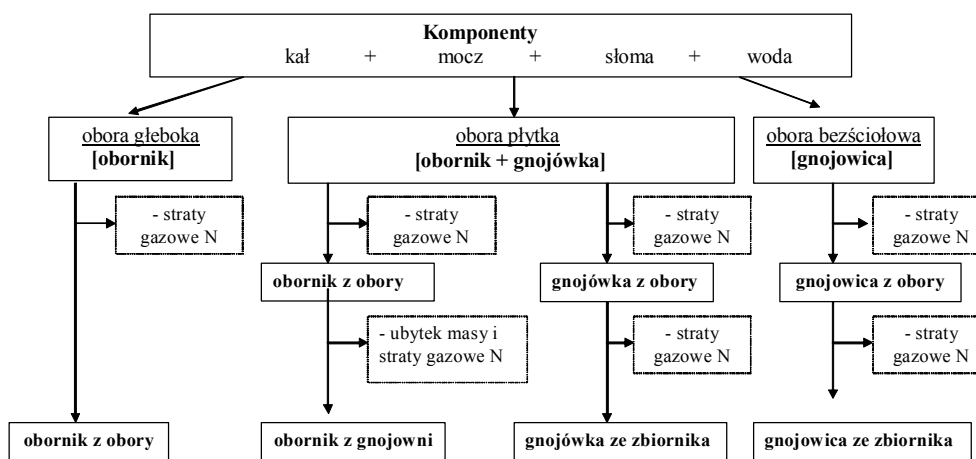
Ocena zawartości	Kategoria agronomiczna gleby			
	bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
Bardzo niska	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0
Niska	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-5,0	4,1-6,0
Średnia	2,1-4,0	3,1-5,0	5,1-7,0	6,1-10,0
Wysoka	4,1-6,0	5,1-7,0	7,1-9,0	10,1-14,0
Bardzo wysoka	> 6,0	> 7,0	> 9,0	> 14,0

Źródło: Zalecenia nawozowe, 1990 (3).

W warunkach średniej zasobności gleby dopływ składników z nawozów i innych źródeł powinien rekompensować ich pobranie z plonem. Niska lub bardzo niska zawartość składników w glebie wskazuje na potrzebę bardziej intensywnego nawożenia. Zakłada się, że w tych warunkach dopływ składników powinien być większy od pobrania z plonem o 25-50%. Nadwyżki składników zastosowane w nawozach prowadzą do systematycznej poprawy zasobności gleby. Na glebach o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości P, K i Mg rośliny mogą częściowo zaspokoić potrzeby pokarmowe kosztem zasobów glebowych. Przyjmuje się, że w takich warunkach potrzeby nawożenia są o 25-50% mniejsze niż potrzeby pokarmowe roślin. W wyniku stosowania zredukowanych dawek nawozów zasobność gleby będzie zmniejszać się stopniowo. W przypadku gdy obniży się do poziomu średniego należy zintensyfikować nawożenie. Dlatego przed przystąpieniem do planowania nawożenia należy zweryfikować zasobność gleby w składniki mineralne, tj. wprowadzić do programu komputerowego aktualne wyniki badania próbki glebowej.

Nawozy naturalne jako źródło składników pokarmowych roślin

Jednym z trudniejszych elementów doradztwa nawozowego jest określenie ilości i składu nawozów naturalnych. W doradztwie komputerowym zastosowano rozwiązanie modelowe. Schemat modelu przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat produkcji nawozów naturalnych i ich przemian

Źródło: Jadczyzyn i in., 2000 (1).

W oborze głębokiej z odchodów zwierzęcych, ściółki i wody powstaje obornik. Jest on usuwany z pomieszczeń inwentarskich bezpośrednio przed zastosowaniem, dlatego straty azotu zachodzą głównie na stanowisku. W systemie utrzymywania zwierząt na płytkiej ściółce powstaje nawóz stały (obornik) i płynny (gnojówka). Model uwzględnia określone proporcje rozdziału odchodów i wody pomiędzy nawozem stałym i płynnym, przy uwzględnieniu ilości stosowanej ściółki oraz jej chłonności. W programie komputerowym ilość ściółki obliczana jest na podstawie powierzchni zasiewów zbóż i uzyskanego plonu oraz informacji pochodzącej od rolnika o sposobie zagospodarowania produktów ubocznych (słomy) oraz o ewentualnych zakupach słomy spoza gospodarstwa. Z obory płytkiej nawozy są systematycznie usuwane i przechowywane na płycie gnojowej i w zbiorniku na gnojówkę, aż do momentu zastosowania. Straty azotu zachodzą częściowo na stanowisku, lecz głównie w trakcie przechowywania nawozów. W oborze beźściółowej z odchodów zwierząt i wody powstaje gnojowica. Straty azotu występują częściowo już na stanowisku, a w większości podczas przechowywania w zbiorniku na gnojowicę.

Podstawą obliczania wielkości produkcji nawozów naturalnych w gospodarstwie są standardowe ilości odchodów od poszczególnych gatunków i grup użytkowych zwierząt oraz zawartości azotu, fosforu i potasu w odchodach (tab. 5). Podane w tabeli 5 wartości odnoszą się do całorocznego utrzymywania alkiejrowego zwierząt.

Symulowane przez model zawartości składników mineralnych w nawozach mogą być korygowane przez użytkownika programu na podstawie posiadanych wyników analiz chemicznych nawozów. Składniki zawarte w nawozach naturalnych są trudniej dostępne dla roślin niż z nawozów mineralnych. Dla celów bilansowania ogólna ich zawartość w nawozach naturalnych przeliczana jest przy wykorzystaniu tzw. równo-

Tabela 5

Wartości równoważników nawozowych NPK z nawozów naturalnych

Rodzaj nawozu	W 1 roku po zastosowaniu			W 2 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	0,5-0,7*	0,7	0,0	0,1	0,1	0,1
Gnojówka	0,5-0,7*	-	0,5	-	-	0,1

* wartości większe przy stosowaniu wiosną, mniejsze jesienią
Źródło: dane IUNG

ważników nawozowych (tab. 6) na składniki działające, czyli równoważne pod względem działania składnikom pochodzącym z nawozów mineralnych. Wartość równoważnika określa jaką ilość składnika z nawozów mineralnych może zastąpić 1 kg składnika z nawozów naturalnych. W programie uwzględniane jest działanie nawozów naturalnych w okresie 2 lat po zastosowaniu.

W okresie pastwiskowym produkcja nawozów jest o 66% mniejsza, ponieważ część odchodów pozostaje na pastwisku.

Przyorane produkty uboczne jako źródło składników pokarmowych

Pozostawione na polu produkty uboczne przedplonu są dodatkowym źródłem składników pokarmowych dla rośliny następczej. Ilość składników nagromadzonych w produktach ubocznych oblicza się na podstawie uzyskanego plonu i pobrania składników na jednostkę plonu ubocznego według danych z tabeli 7, z uwzględnieniem stosunku plonu ubocznego do plonu głównego. Równoważniki nawozowe składników pokarmowych z produktów ubocznych przedstawiono w tabeli 8. Ujemna wartość równoważników azotu oznacza, że potrzeby nawożenia tym składnikiem na stanowisku po zaoranych produktach ubocznych (słomie) są większe.

Inne źródła azotu dostępnego dla roślin

Innymi źródłami azotu uwzględnianymi w bilansie składnika są przyorane resztki poźniwne roślin motylkowatych uprawianych w przedplonie. Ilość azotu z tego źródła szacuje się na podstawie uzyskanego plonu rośliny motylkowatej. Przyjmuje się, iż ilość azotu w resztkach poźniwnych roślin strączkowych jest równa ok. 20% ilości N nagromadzonego w ich biomacie nadziemnej, a w przypadku motylkowatych drobnonasiennych – ok. 30% N. Ilość azotu zakumulowanego w masie nadziemnej szacuje się na podstawie uzyskanego plonu i pobrania N na jednostkę plonu według danych zawartych w tabeli 1. Równoważnik nawozowy azotu z resztek poźniwnych przyjmuje się na poziomie 0,3 dla roślin motylkowatych drobnonasiennych i 0,2 dla roślin strączkowych (2).

Tabela 6

Ilość składników mineralnych w odchodach zwierząt (od sztuki w roku)

Zwierzęta	Kal				Mocz			
	świeża masa (kg)	N (kg)	P (kg)	K (kg)	świeża masa (kg)	N (kg)	P (kg)	K (kg)
Bydło								
Cielęta (0-3 miesiące)	220	5,300	1,225	0,760	0,400	5,240	0,008	1,350
Cielęta (3-6 miesiące)	470	10,610	2,425	1,520	0,844	10,470	0,018	2,700
Jalówki i bukaty (6-12 mies.)	231	10,620	3,900	4,170	1,739	9,370	0,150	9,060
Jalówki i bukaty (12-24 mies.)	439	22,020	8,930	9,100	2,669	18,390	0,325	19,400
Jalówki (ponad 24 miesiące)	734	47,770	17,400	16,260	2,635	27,700	0,425	24,320
Opasy (ponad 24 miesiące)	130	56,160	20,880	12,590	4,677	36,290	0,500	45,680
Krowy	109	46,800	17,400	10,490	3,898	30,240	0,425	38,070
Trzoda								
Maciory luźne i prośne	112	5,670	2,990	1,350	1,850	18,870	1,216	6,835
Maciory z prosiętami	117	14,060	8,230	3,190	4,410	31,820	3,518	16,165
Warchlaki (do 30 kg)	240	1,620	1,300	0,190	0,480	3,820	0,415	0,759
Tuczniaki (30-70 kg)	740	4,590	3,704	0,512	1,230	10,850	1,573	2,152
Tuczniaki (70-110 kg)	112	5,945	3,504	0,546	1,860	14,060	1,459	2,282
Konie								
Żrebaki do 6 miesięcy	880	3,119	1,380	0,729	0,320	6,630	0,760	1,549
Konie lekkie	175	6,246	2,760	1,459	0,640	13,280	1,550	3,099
Konie ciężkie	196	6,993	3,090	1,633	0,720	14,850	1,740	3,473

cd. tab. 6

Zwierzęta	Kal				Mocz			
	świeża masa (kg)	N (kg)	P (kg)	K (kg)	świeża masa (kg)	N (kg)	P (kg)	K (kg)
Owce								
Macierki	480	2,928	1,660	3,338	0,960	5,280	0,850	7,116
Jagnięta (6-12 miesięcy)	240	0,889	0,490	1,012	0,480	1,600	0,270	2,153
Owce (ponad 12 miesięcy)	380	1,748	1,000	2,030	0,760	3,200	0,510	4,316
Drób								
Kury mioski	60	0,382	0,068	0,165	-	-	-	-
Broilery	30	0,262	0,029	0,082	-	-	-	-
Indyki	80	0,916	0,118	0,353	-	-	-	-
Gęsi	60	0,447	0,084	0,327	-	-	-	-
Kaczki	60	0,408	0,168	0,218	-	-	-	-

Źródło: dane IUNG

Tabela 7

Pobranie składników pokarmowych w kg na 1 tonę produktu ubocznego

Rośliny uprawne	Azot (N)	Fosfor (P)	Potas (K)	Magnez (Mg)
Zboża				
Pszenvca ozima	5,2	0,8	10,0	1,0
Pszenvca jara	5,5	0,8	10,7	1,0
Jęczmień ozimy	5,0	0,9	11,6	1,2
Jęczmień jary	5,5	1,0	12,0	1,2
Żyto	5,5	0,9	11,8	0,8
Pszenvżyto	5,9	1,0	12,1	0,9
Owies	5,9	1,2	15,7	1,75
Kukurydza na ziarno	10,9	2,0	15,7	1,6
Mieszanki zbożowe na ziarno	6,1	1,3	13,6	1,0
Gryka	10,6	2,9	19,2	2,8
Strączkowe				
Bobik	13,4	1,4	17,2	2,0
Grochy	16,8	1,8	17,6	2,5
Łubiny	12,0	1,6	15,4	1,4
Soja	10,0	1,3	9,5	3,9
Mieszanki zbożowo-strączkowe na ziarno	11,4	1,5	15,6	1,2
Oleiste i przemysłowe				
Rzepak	6,9	1,5	17,0	1,3
Len oleisty na nasiona	5,3	1,4	12,0	0,8
Gorczyca	7,0	1,7	20,8	0,9
Korzeniowe				
Ziemniak wczesny	2,1	0,2	3,0	0,36
Ziemniak	2,6	0,3	3,4	0,5
Burak cukrowy	3,6	0,4	4,4	0,8
Burak pastewny	3,3	0,4	4,1	0,7
Inne korzeniowe	3,5	0,4	6,1	0,6
Warzywa w polu				
Kalafior	6,5	0,9	5,4	0,5
Ogórek	6,6	0,7	6,0	1,1
Kapusta	5,0	0,6	5,0	0,6
Cebula	3,7	0,7	4,3	0,7
Marchew, pietruszka	3,4	0,6	5,0	0,9
Burak ówikłowy	4,2	0,3	5,9	0,5

Źródło: dane IUNG.

Tabela 8

Równoważniki nawozowe składników pokarmowych z produktów ubocznych przedplonu

Rodzaj produktu	N	P	K
Słoma zbóz	-1,0	0,4	0,5
Słoma roślin oleistych	-0,7	0,4	0,5
Liście korzeniowych	0,5	0,7	0,9
Resztki poźniwne motylkowatych drobnonasiennych	0,3	-	-
Resztki poźniwne strączkowych	0,2	-	-

Źródło: dane IUNG.

W bilansie azotu uwzględnia się także ilość składnika udostępnionego dla roślin w procesie mineralizacji materii organicznej gleby. Przyjmuje się następujące wartości dla gleb: ciężkich – 25 kg N, średnich – 20 kg N, lekkich – 10 kg N i bardzo lekkich – 5 kg N z 1 ha. Dopływ azotu z opadem atmosferycznym szacuje się na 17 kg N · ha⁻¹ średnio w Polsce.

Dawki nawozów mineralnych oblicza się jako różnicę pomiędzy potrzebami nawożenia i ilością składników działających dostępnych dla roślin na danym polu.

Literatura

1. J a d c z y s z y n T., M a ć k o w i a k Cz., K o p i ń s k i J.: Model SFOM narzędziem symulacji ilości i jakości nawozów organicznych wytwarzanych w gospodarstwie. Pam. Puł., 2000, **120/I**: 169-175.
2. J a d c z y s z y n T.: Podstawy naukowe doradztwa nawozowego. Nawozy i Nawożenie, 2000, **4**: 185-200.
3. Zalecenia nawozowe. Cz. I. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. IUNG Puławy, 1990, **P (44)**.

Adres do korespondencji:

dr Tamara Jadczyzyn
IUNG - PIB
Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (081) 886-34-21 w. 298
e-mail: tj@iung.pulawy.pl