

**dr Tamara Jadczyzyn, prof. dr hab. Wojciech Lipiński**

**PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE TESTU  $N_{min}$   
W DORADZTWIE NAWOZOWYM**

**MATERIAŁY SZKOLENIOWE  
Nr 107**

**INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY  
24-100 Puławy, ul. Czartoryskich 8, tel.: 81 4786700, 4786800; fax 81 4786900  
Dyrektor: prof. dr hab. Wiesław Oleszek**

**ZAKŁAD ŻYWIENIA ROŚLIN I NAWOŻENIA  
tel. 81 4786830  
Kierownik: dr Tamara Jadczyzyn**

**DZIAŁ UPOWSZECHNIANIA I WYDAWNICTW  
tel. 81 4786720; fax 81 4786721  
Kierownik: dr Mariusz Zarychta**

**Opracowanie redakcyjne i graficzne:  
*dr Grażyna Hołubowicz-Kliza***

**Skład komputerowy:  
*dr Grażyna Hołubowicz-Kliza***

**© Copyright by Wydawnictwo IUNG-PIB, Puławy 2017**

Opracowano w ramach programu wieloletniego IUNG-PIB zadanie 1.6

**ISBN-978-83-7562-254-6**

# WSTĘP

Dawki nawozów azotowych określa się na podstawie potrzeb pokarmowych roślin, o których decydują specyficzne wymagania poszczególnych gatunków oraz wielkość plonów uzyskiwanych w warunkach określonego pola. Częściowo rośliny pokrywają swoje potrzeby pokarmowe pobierając azot znajdujący się w glebie, zaś brakującą ilość muszą otrzymać w postaci nawozów. Zatem aby trafnie obliczyć wielkość dawki nawozów azotowych należy możliwie najdokładniej określić ilość azotu dostępnego w glebie. Bezpośrednią, najbardziej precyzyjną metodą oceny glebowych zasobów składnika jest test azotu mineralnego (test  $N_{\min}$ ).

Wykorzystanie testu  $N_{\min}$  pozwala zwiększyć efektywność nawożenia azotowego, dlatego jego stosowanie zaleca się wszystkim gospodarstwom. Natomiast w gospodarstwach zlokalizowanych na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenie azotanami pochodzenia rolniczego (OSN), o powierzchni powyżej 100 ha UR jest on obowiązkowym elementem planowania nawożenia.

Test  $N_{\min}$  polega na określeniu zawartości dostępnych dla roślin form azotu: azotanowej ( $N\text{-NO}_3$ ) i amonowej ( $N\text{-NH}_4$ ) w próbce gleby, po ekstrakcji 1% siarczanem potasowym. Badania są powszechnie wykonywane w okręgowych stacjach chemiczno-rolniczych, które dysponują odpowiednią aparaturą. Problemem w realizacji nie są jednak prace analityczne, ale względy organizacyjne i ograniczenia czasowe. Dla potrzeb doradztwa nawozowego zalecane jest wykonanie analiz wczesną wiosną, przed zastosowaniem pierwszej dawki nawozów. Jednak w warunkach klimatu Polski często zdarza się, że zalegająca pokrywa śniegowa lub nadmierna wilgotność gleby uniemożliwia pobranie próbek w odpowiednim czasie. W takiej sytuacji możliwe jest wykorzystanie dla potrzeb doradztwa nawozowego wyników oznaczeń zawartości azotu w próbkach gleby pobranych jesienią.



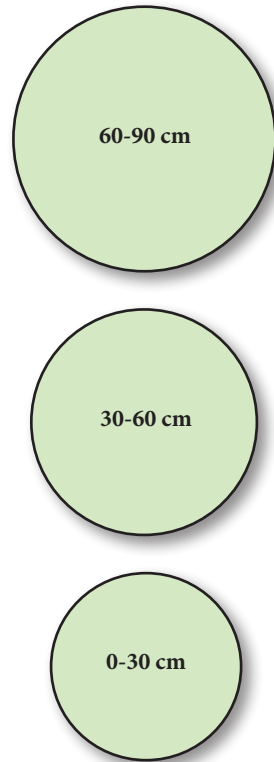
# POBIERANIE PRÓBEK GLEBY I OZNACZANIE ZAWARTOŚCI N<sub>min</sub>

Badanie gleby na zawartość azotu mineralnego odbywa się w oparciu o procedury opracowane zgodnie z PN-R – 04028: 1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby, pobieranie próbek i oznaczanie zawartości jonów azotowych i amonowych w glebach mineralnych:

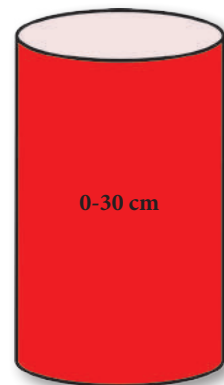
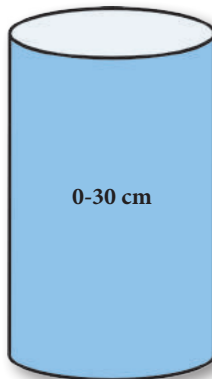
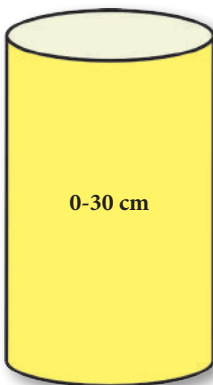
- do celów nawozowych próbki pobiera się wczesną wiosną przed zastosowaniem nawozów lub późną jesienią po zakończeniu wegetacji roślin;
- próbki pobierane są do głębokości 90 cm za pomocą lasek o różnej średnicy i długości (fot. 1, rys. 1) – najpierw z warstwy 0-30 cm laską najkrótszą o największej średnicy, następnie laską średnią (w tym samym otworze) z warstwy 30-60 cm oraz opcjonalnie z warstwy 60-90 cm laską najcieńszą i najdłuższą;
- na polach o małej zmienności (kategoria agronomiczna, kompleks rolniczej przydatności, przedplon) jedna próbka ogólna powinna przypadać na powierzchnię max. 4 ha;
- na polach o większej zmienności, jedna próbka powinna reprezentować obszar do 1 ha;
- nie należy pobierać próbek na obrzeżach pól w pasie ok. 4 m;
- liczba próbek pierwotnych:
  - 10 (lub)
  - 15 – jeśli na polu stosowano nawożenie organiczne w okresie 1 roku przed pobieraniem próbek;
- próbki ogólne tworzy się przez połączenie i dokładne wymieszanie próbek pierwotnych z jednej warstwy (usuwa się kamienie i resztki roślinne), aby uniknąć przypadkowego zmieszania próbek pierwotnych z różnych warstw gleby proponuje się wyraźne oznakowanie pojemników, np. różnymi kolorami (rys. 2);
- próbkę umieszcza się w szczelnym pojemniku lub woreczku z tworzywa sztucznego chroniącego przed wysychaniem;
- próbki właściwie opisane (nazwę lub identyfikator gospodarstwa, nr punktu poboru próbki, warstwa gleby, rodzaj użytku) wraz z odpowiednim szkicem gospodarstwa, na którym zaznaczono punkty poboru próbek, należy dokładnie zapakować i dostarczyć do laboratorium bezpośrednio lub pocztą; przykład opisu próbek przedstawiono na rys. 3;
- próbki mogą być przechowywane do trzech dni w temperaturze nie wyższej niż 2-5°C; dłuższe przechowywanie jest możliwe w stanie zamrożenia (temp. -18°C).



Fot. 1. Przykładowe laski do pobierania próbek z różnych warstw gleby

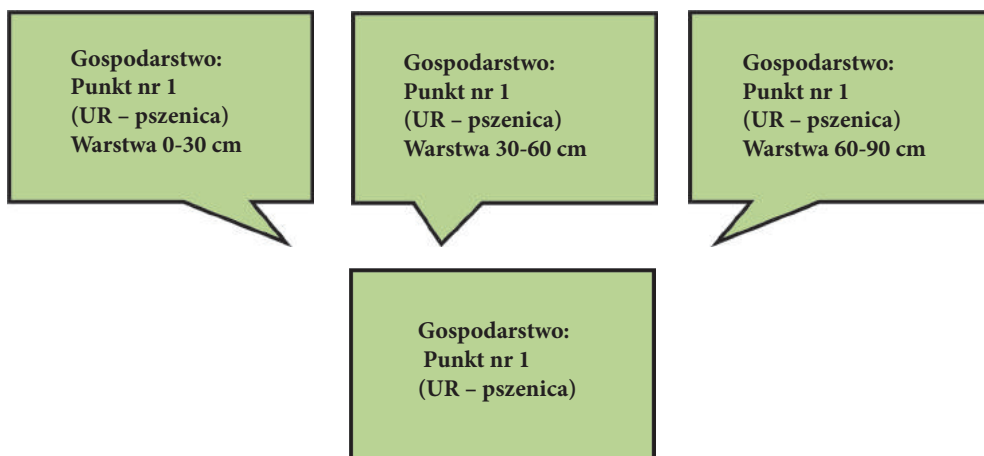


Rys. 1. Średnice lasek do pobierania próbek gleby w celu oznaczenia zawartości azotu mineralnego



Zróznicowanie kolorów uniemożliwia mylenie warstw

Rys. 2. Przykładowe pojemniki do gromadzenia gleby z różnych warstw



Rys. 3. Sposób znakowania opakowań do próbek gleby z różnych warstw z przykładowego pola

Na polach o dużych powierzchniach próbki gleby pobiera się za pomocą próbników pneumatycznych montowanych na samochodach terenowych lub quadach, wyposażonych w systemy pozycjonowania satelitarne (GPS) (fot. 2).



Fot. 2. Pobór próbek gleby próbnikiem pneumatycznym z GPS

# OCENA ZASOBNOŚCI GLEBY W AZOT NA PODSTAWIE TESTU $N_{\min}$

Do oceny zawartości azotu mineralnego z zastosowaniem testu  $N_{\min}$  konieczne jest określenie kategorii agronomicznej analizowanej gleby uwzględniającej zawartość tzw. części spławialnych (udział cząstek o średnicy  $<0,02$  mm) (tab. 1). Stacje chemiczno-rolnicze oznaczają skład granulometryczny gleby metodą laserową lub areometryczną.

Tabela 1

Kategorie agronomiczne gleb

Kategorie	Grupa	% frakcji $<0,02$ mm
I – gleby bardzo lekkie	pl, plp, ps, psp	0-10
II – gleby lekkie	pgl, pglp, pgm, pgmp, plp, plz	11-20
III – gleby średnie	gl, glp, plg	21-35
IV – gleby ciężkie	gs, gsp, gc, gcp, pli, i, ip	$>35$

Wyniki analizy na zawartość azotu mineralnego wyrażone są w mg składnika ( $N-NO_3$  i  $N-NH_4$ ) na 1 kg gleby. Dla celów doradztwa nawozowego dokonuje się przeliczenia uzyskanych wartości w taki sposób, aby rolnik otrzymał wynik wyrażony w kg  $N_{\min}$ /ha. Wynik pomiaru (sumę azotu azotanowego i amonowego) mnoży się przez odpowiedni współczynnik z tabeli 2, którego wartość zależy od kategorii agronomicznej gleby. Na potrzeby testu  $N_{\min}$  dla całego profilu glebowego (od 0 do 90 cm) przyjmuje się kategorię agronomiczną gleby taką, jaka występuje w górnej warstwie tj. 0-30 cm.

Tabela 2

Współczynniki do przeliczania zawartości  $N_{\min}$  mg/kg gleby na ilość kg/ha

Kategoria agronomiczna gleby	Zawartość $N_{\min}$ [mg/kg gleby]	Współczynnik dla warstwy gleby 0-30 cm	Zawartość $N_{\min}$ [kg/ha]
Bardzo lekka	a	4,6	b
Lekka		4,5	
Średnia		4,3	
Ciężka		3,9	

b = a x współczynnik



Aby dokonać oceny zasobów azotu mineralnego w glebie należy zsumować zawartość  $N_{\min}$  w analizowanych warstwach tj. od 0 do 60 cm lub od 0 do 90 cm. Dla potrzeb doradztwa nawozowego w Polsce badania  $N_{\min}$  wykonuje się zazwyczaj w warstwie 0-60 cm. Określenie ilości  $N_{\min}$  w warstwie 60-90 cm może być wyznacznikiem strat azotu z poszczególnych pól w gospodarstwie, a tym samym presji na środowisko. Do oceny zawartości  $N_{\min}$  wykorzystuje się 5-stopniową skalę opracowaną na podstawie wieloletnich badań monitoringowych, przedstawioną w tabelach 3 i 4.

Tabela 3

Przedziały zasobności gleby (warstwy 0-60 cm) w azot mineralny wiosną

Kategoria agronomiczna gleby	Zawartość $N_{\min}$ w warstwie 0-60 cm [kg/ha]				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Bardzo lekka	< 30	31-50	51-70	71-90	>90
Lekka	< 40	41-60	61-80	81-100	>100
Średnia, ciężka	< 50	51-70	71-90	91-100	>100

Tabela 4

Przedziały zasobności gleby (warstwy 0-90 cm) w azot mineralny wiosną

Kategoria agronomiczna gleby	Zawartość $N_{\min}$ w warstwie 0-90 cm [w kg/ha]				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Bardzo lekka	< 40	41-65	66-85	86-120	>120
Lekka	< 50	51-80	81-105	106-130	>130
Średnia, ciężka	< 60	61-70	91-115	116-140	>140

Jeśli ze względów organizacyjnych zalecenia nawozowe muszą się opierać na wynikach analizy próbki glebowej pobranej jesienią, wówczas zasobność w azot wiosną szacujemy mnożąc zawartość  $N_{\min}$  jesienią przez odpowiedni współczynnik z tabeli 5:

$N_{\min\_w} = N_{\min\_j} \times \text{współczynniki dla kategorii agronomicznej}$

gdzie:  $N_{\min\_w}$  – spodziewana zawartość azotu mineralnego w glebie wiosną,  $N_{\min\_j}$  – określona analitycznie ilość  $N_{\min}$  jesienią



Przykład szacowania ilości  $N_{\min}$  wiosną ( $N_{\min\_w}$ ) na podstawie wyników uzyskanych jesienią:

$N_{\min\_j}$  w warstwie 0-60 cm = 52,3 kg/ha

gleba bardzo lekka – współczynnik z tab. 5 = 0,6

$N_{\min\_w} = 52,3 \text{ kg/ha} \times 0,6$

$N_{\min\_w} = 33,2 \text{ kg/ha}$

Wynik zgodnie z tabelą 3 oznacza niską zawartość azotu w glebie wiosną. Używaną wartość stosujemy w dalszej procedurze korekty dawek nawozów azotowych.

Szacunkowy wynik może być wprawdzie obarczony pewnym błędem jednak stanowi jedyną alternatywę w sytuacjach, gdy niemożliwe jest wykonanie badań wiosną, w terminie optymalnym.

Tabela 5

Współczynniki do szacowania ilości azotu mineralnego wiosną na podstawie analizy próbki gleby pobranej jesienią

Kategoria agronomiczna gleby	Współczynnik przeliczeniowy
Bardzo lekkie	0,6
Lekkie	0,7
Średnia i ciężka	0,8



Fot. 3. Prawidłowo odżywiona azotem pszenica ozima

# KOREKTA DAWEK AZOTU NA PODSTAWIE TESTU $N_{\min}$ NA GRUNTACH ORNYCH

Zawartość azotu mineralnego w glebie jest wskaźnikiem potrzeb nawożenia tym składnikiem. Niska zasobność gleby w azot mówi o dużych potrzebach nawożenia. Wysoka zawartość  $N_{\min}$  w glebie wskazuje na możliwość ograniczenia dawek nawozów azotowych.

W tabeli 6 przedstawiono zalecane przez IUNG dawki nawozów azotowych pod wybrane gatunki roślin uprawnych w zależności od poziomu plonowania w warunkach średniej zawartości azotu mineralnego w glebie.

Tabela 6

Przykładowe dawki N według zaleceń nawozowych IUNG

Roślina	Plon [t/ha]	Dawka azotu N [kg/ha]
Pszenica ozima	6	100
	10	160
Jęczmień jary	6	80
	8	120
Kukurydza na ziarno	5	80
	9	180

Jeśli wynik testu  $N_{\min}$  wskazuje na wysoką lub bardzo wysoką zawartość składnika w glebie to zalecaną dawkę N można zmniejszyć o różnicę pomiędzy oznaczoną w glebie zawartością azotu i górną granicą zawartości średniej dla danej gleby na podstawie tabel 3 lub 4. W przypadku zawartości bardzo niskiej lub niskiej, zalecaną dawkę N należy zwiększyć o różnicę pomiędzy dolną granicą zawartości średniej i oznaczoną ilością  $N_{\min}$  w glebie. Jeśli wynik testu  $N_{\min}$  wskazuje na średnią zawartość azotu w glebie zalecaną dawkę należy pozostawić bez zmian.

Zgodnie z zaleceniami całkowita dawka nawozów azotowych (tab. 6) powinna być podzielona na 2 lub 3 części, które stosuje się w terminach największego zapotrzebowania roślin na azot (tab. 7). Wówczas wyniki testu  $N_{\min}$  odnoszą się do pierwszej (wiosennej) dawki nawozów.

Terminy stosowania nawozów azotowych

Roślina	I dawka	II dawka	III dawka
Zboża ozime	przed ruszeniem wegetacji wiosną	faza strzelania w źdźbło	początek kłoszenia
Zboża jare	przedsiewnie	faza strzelania w źdźbło	początek kłoszenia
Kukurydza	przedsiewnie	do wysokości roślin ok. 30 cm	-
Ziemniaki średniopóźne i późne	przed sadzeniem	początek wschodów	-
Buraki	przedsiewnie	w fazie 4-6 liści	-
Rzepak	przed ruszeniem wegetacji wiosną	faza rozety	początek pąkowania
Trawy, bobowate i ich mieszanki w roku siewu	przedsiewnie	po I pokosie	-
Trawy, bobowate i ich mieszanki w latach pełnego użytkowania	przed ruszeniem wegetacji wiosną	po I pokosie	po II pokosie

Źródło: badania własne

W przykładzie przedstawionym na stronie 12 całkowita, planowana dawka azotu pod kukurydzą wynosi 180 kg N/ha, z podziałem na dawkę przedsiewną (100 kg/ha) oraz pogłówną (80 kg N/ha). Na podstawie testu  $N_{\min}$  dokonano korekty pierwszej dawki N: w wariacie 1 zwiększono ją do 129 kg N/ha, a w wariacie 2 (wysoka zawartość  $N_{\min}$ ) zmniejszono do 80 kg N/ha. Wielkość drugiej, planowanej dawki N pozostaje bez zmian i w obu wariantach wynosi 80 kg/ha.

Może się zdarzyć, że pierwsza dawka azotu, po uwzględnieniu wyniku testu  $N_{\min}$ , jest zbyt niska ze względu na techniczne możliwości wysiewu bardzo małych ilości nawozu.

W takich sytuacjach można zastosować jedno z dwóch rozwiązań:

- w pierwszym terminie zastosować najmniejszą możliwą do rozsiewu dawkę nawozów oraz zmniejszoną odpowiednio dawkę przewidzianą do stosowania w drugim terminie (lub);
- pominąć pierwszą dawkę azotu i odpowiednio zwiększyć dawkę stosowaną w terminie drugim.

Pierwszy wariant wydaje się mniej ryzykowny ze względu na plonowanie roślin, dla którego fundamentalne znaczenie ma odpowiednie zaopatrzenie w azot we wcześniejszych fazach rozwojowych.

**Przykład uściślenia dawki azotu w oparciu o test  $N_{\min}$  w doradztwie nawozowym na gruntach ornych:**

Dane	Wariant 1	Wariant 2
Wynik oznaczenia zawartości $N_{\min}$ w glebie	32 kg/ha (zawartość niska)	100 kg/ha (zawartość wysoka)
Kategoria agronomiczna gleby	gleba lekka	
Średnia zawartość $N_{\min}$ w glebie lekkiej	61-80 kg/ha (tab. 3)	
Wielkość korekty (zwiększenia/ zmniejszenia) dawki N	61-32 = 29 kg/ha	100-80 = 20 kg/ha
Planowana dawka N pod kukurydzę (9 t ziarna): I dawka (przedsiewna) N II dawka (pogłówna) N	180 kg/ha (tab. 6) 100 kg/ha 80 kg/ha	
Skorygowana dawka N pod kukurydzę	100 kg/ha + 29 kg/ha = 129 kg/ha	100 kg/ha – 20 kg/ha = 80 kg N/ha

Pod niektóre gatunki roślin nawozy azotowe stosuje się jednorazowo, wówczas korekta na podstawie testu  $N_{\min}$  dotyczy całkowitej dawki N.

Test  $N_{\min}$  może mieć zastosowanie nie tylko do korekty dawek azotu zalecanych przez IUNG-PIB. Może być także narzędziem optymalizacji dawek nawozów wyznaczanych innymi metodami. Podczas określenia wielkości korekty (zwiększenia/zmniejszenia) zaleca się wówczas uwzględnienie tzw. równoważników nawozowych. Ich wielkość zależy od rozkładu azotu w poszczególnych warstwach gleby (tab. 8) oraz minimalnych ilości azotu, jakie powinny zawierać gleby różnych kategorii agronomicznych (tab. 9).

Tabela 8

Równoważniki nawozowe  $N_{\min}$

Zboża ozime	Zboża jare	Rozkład $N_{\min}$ w warstwach gleby
0,9	0,6	Równomierny
1	0,7	Przewaga $N_{\min}$ w warstwie 0-30 cm
0,8	0,5	Przewaga $N_{\min}$ w warstwie 30-60 cm

Tabela 9

Minimalne zawartości  $N_{\min}$  w glebie

Kategoria agronomiczna gleby	$N_{\min}$ [kg/ha]
Średnia	35
Ciężka	30
Lekka	25
Bardzo lekka <sup>1/</sup>	20

<sup>1/</sup> opracowanie własne na podstawie danych OSChR

### Przykładowe obliczenia:

Stwierdzona analitycznie (aktualna) zawartość  $N_{\min}$  w glebie: 45 kg/ha;

Gleba: lekka, zawartość minimalna  $N_{\min}$  wg. tab. 9 = 25 kg/ha

Różnica między zawartością aktualną i minimalną: 45 kg/ha – 25 kg/ha = 20 kg/ha;

Zboża jare – przewaga N w warstwie 0-30 cm: równoważnik z tabeli 8 = 0,7;

Zalecana korekta dawki N: 20 kg/ha x 0,7 = 14 kg/ha;

Planowana I dawka N (50% dawki całkowitej): 60 kg/ha;

Skorygowana dawka N w oparciu o test  $N_{\min}$ : 60 kg/ha – 14 kg/ha = 46 kg N/ha.

# KOREKTA DAWEK NAWOZÓW AZOTOWYCH W OPARCIU O TEST $N_{\min}$ NA TRWAŁYCH UŻYTKACH ZIELONYCH

Test azotu mineralnego bywa niesłusznie pomijany przy określaniu dawek azotu na użytkach zielonych. Prowadzone od kilku lat badania monitoringowe pozwoliły rozróżnić zawartość azotu mineralnego w glebach trwałych użytków zielonych, zwłaszcza w glebach organicznych.

## TRWAŁE UŻYTKI ZIELONE (TUZ) NA GLEBACH MINERALNYCH

W glebach mineralnych zawartość  $N_{\min}$  powinna być określana dla warstwy 0-60 cm (zwłaszcza w siedliskach suchych). W glebach organicznych wystarczające jest ustalenie ilości azotu w warstwie 0-30 cm. Uzyskany wynik analityczny wyrażony w mg  $N_{\min}$ /kg w przypadku gleb mineralnych należy pomnożyć przez odpowiedni współczynnik z tab. 2.

Przykład korekty dawki azotu na użytkach zielonych (gleby mineralne) w oparciu o test  $N_{\min}$

Dane	Wariant 1	Wariant 2
Wynik oznaczenia zawartości $N_{\min}$ w glebie UZ	32 kg/ha (zawartość b. niska)	100 kg/ha (zawartość wysoka)
Kategoria agronomiczna gleby	gleba średnia	
Średnia zawartość $N_{\min}$ w glebie średniej	71-90 kg/ha (tab. 3)	
Zalecana całkowita dawka N – łąka	180 kg/ha (10 t siana)	
Wielkość korekty pierwszej dawki N	71-32 = 39 kg/ha	100-90 = 10 kg/ha
Skorygowana dawka N na TUZ	ok. 220 kg N/ha	170 kg N/ha

Pierwsza dawka azotu (stanowiąca 50% dawki całkowitej) w wariantcie 1 po korekcie będzie o ok. 40 kg wyższa od planowanej:

$$180/2 + 40 = 130 \text{ kg/ha} \text{ lub } 180/3 + 40 = 100 \text{ kg/ha}$$

W wariantcie 2 pierwsza dawka N będzie o 10 kg N/ha niższa od planowanej:

$$180/2 - 10 = 80 \text{ kg/ha}$$

## TRWAŁE UŻYTKI ZIELONE (TUZ) NA GLEBACH ORGANICZNYCH

Wyniki badań monitoringowych wskazują, że wiosną w glebach organicznych znajduje się przeciętnie ok. 100 kg  $N_{\min}$ . Dlatego proponujemy uwzględnianie tego zasobu składnika do uściślenia dawek nawozów azotowych na trwałych użytkach zielonych.

Przy przeliczaniu wyników oznaczenia  $N_{\min}$  na jednostkę powierzchni [ha] gleb organicznych uwzględnia się ich gęstość objętościową:

$N_{\min}$  [kg/ha] = oznaczona analitycznie zawartość  $N_{\min}$  [mg/kg s.m.] x gęstość objętościowa [kg/dm<sup>3</sup> s.m.] x 3 (współczynnik przeliczeniowy dla warstwy 0-30 cm).

### Przykładowe obliczenia:

Stwierdzona analitycznie zawartość  $N_{\min}$  = 50 mg/kg s.m.

Gęstość gleby: 0,7 kg/dm<sup>3</sup> s.m.

Zawartość  $N_{\min}$  [kg/ha] = 50 mg  $N_{\min}$ /kg s.m. x 0,7 kg/dm<sup>3</sup> s.m. x 3 = 105 kg/ha.

Dawkę nawozów azotowych na TUZ na glebach organicznych oblicza się jako różnicę pomiędzy prognozowanym pobraniem składnika z plonem a ilością azotu w warstwie 0-30 cm, wyrażoną w kg/ha:

Dawka N = (plon x jednostkowe pobranie przez 1 t s.m) –  $N_{\min\_30}$ .

### Przykład:

Pobranie azotu z plonem siana 10 t/ha = 10 t/ha x 26,5 kg N/t = 265 kg N/ha

Dawka N = 265 kg N/ha – 105 kg  $N_{\min\_30}$  /ha = 155 kg N/ha (w nawozach)

W wielu krajach nawożenie azotem użytków zielonych uzależnia się od sumy opadów (np. w Niemczech zróżnicowanie dawki nawozów może sięgać 10-20%).

W Polsce w rejonach o najmniejszych opadach rocznych (do 500 mm) dawki N nie powinny przekraczać 120 kg/ha.

W rejonach o opadach w przedziale 500-550 mm dawki N można zwiększać do 140 kg/ha, a przy większych opadach rocznych – do 160 kg/ha. Natomiast w warunkach nawadniania można zalecać dawki wyższe 150-200 kg N/ha.



## MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

1. Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. w sprawie ochrony wód przed zanieczyszczeniami spowodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (91/676/EWG, Dz. Urz. UE, L375/1).
2. Fotyma E., Fotyma M., Pietruch C., 2005. Zasobność gleb Polski w azot mineralny. Nawozy i Nawożenie, 2 (23), s. 41-48.
3. Fotyma E., Fotyma M., Pietruch Cz., 2004. Zawartość azotu mineralnego w glebach gruntów ornych w Polsce. Nawozy i Nawożenie, 3 (20), s. 11-54.
4. Fotyma E., Fotyma M., 2006. Normatywy zawartości azotu mineralnego w glebie i stężeń azotanów w roztworze glebowym gleb gruntów ornych w Polsce. Nawozy i Nawożenie, 1 (26), s. 44-56.
5. Fotyma E., Wilkos G., Pietruch C., 1998. Test glebowy azotu mineralnego. Możliwości praktycznego wykorzystania. Materiały szkoleniowe 69/98, IUNG Puławy, s. 1-48.
6. Grzebisz W., Goliński P., Potarzycki J., 2014. Nawożenie użytków zielonych. PWRiL, ss. 332.
7. Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Lipiński W., 2015. Zalecenia nawozowe. Nawożenie mineralne na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych. IUNG Puławy, Instrukcja upowszechnieniowa nr 207, ss. 23.
8. Jadczyzyn T., Lipiński W., 2016. Optymalizacja nawożenia azotem przy pomocy testu  $N_{min}$ . Studia i Raporty IUNG-PIB 48(2), s. 9-17.
9. Lipiński W., 2016. Azot mineralny w glebie jako wskaźnik potrzeb nawożenia. Agrolider, 29, s. 20-21.
10. Pietrzak S., 2015. Kształtowanie się stanu ilościowego azotu mineralnego w glebach organicznych pod użytkami zielonymi w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. 15, 2 (50), s. 87-96.
11. PKN., 1997. PN-R – 04028. Analiza chemiczno-rolnicza gleby, pobieranie próbek i oznaczanie zawartości jonów azotowych i amonowych w glebach mineralnych.
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych. Dz.U. 2003 nr 4 poz. 44.
13. Zalecenia nawozowe. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. Cz. I, wyd. II, IUNG Puławy 1990.
14. [www.schr.gov.pl](http://www.schr.gov.pl)

# SPIS TREŚCI

WSTĘP	3
POBIERANIE PRÓBEK GLEBY I OZNACZANIE ZAWARTOŚCI $N_{\min}$	4
OCENA ZASOBNOŚCI GLEBY W AZOT NA PODSTAWIE TESTU $N_{\min}$	7
KOREKTA DAWEK AZOTU NA PODSTAWIE TESTU $N_{\min}$ NA GRUNTACH ORNYCH	10
KOREKTA DAWEK NAWOZÓW AZOTOWYCH W OPARCIU O TEST $N_{\min}$ NA TRWAŁYCH UŻYTKACH ZIELONYCH	14
MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	16