



01.10.2019

## Optymalizacja nawożenia azotem

**W przypadku ustalania dawki azotu dokładne zbilansowanie składnika jest bardzo trudne. Azot jest w niewielkiej części akumulowany w glebie, dlatego działanie jego ogranicza się w dużej części do jednego sezonu wegetacyjnego.**

Nie wykorzystany podlega ciągłym przemianom i ulega w dużym stopniu stratom z gleby, poprzez wymywanie lub ulatnianie do atmosfery (rysunek 6).

Znaczną część azotu można „związać” w glebie, przyorując słomę i inne resztki poźniwne, uprawiając regularnie poplony i rośliny ozime, czyli dbając o to by pole zawsze było pokryte roślinami.

Ograniczenie strat azotu z rolnictwa sprowadza się do zmniejszenia ilości azotu mineralnego w glebie jesienią (wiązanie biologiczne) i zmniejszenie rozmiaru wymywania związków azotu z nawozów mineralnych oraz organicznych.

Dokładne bilansowanie azotu wymaga więc dodatkowych, kosztownych analiz gleby oraz roślin. Analizy te mogą być obarczone bardzo dużymi błędami, dlatego ustalając dawkę azotu należy kierować się przede wszystkim doświadczeniem praktycznym (obserwować własne pola, stan plantacji, przebieg pogody).

Przyjmuje się, że masa 20 cm warstwy ornej gleby z powierzchni 1 ha wynosi 3.000 ton, a zawartość całkowita azotu w glebach uprawnych w przedziale od 3.000 do 9.000 kg N/ha. Przy szybkości mineralizacji rzędu 1-2% rocznie, roślina uprawna może w sezonie wegetacji mieć do dyspozycji tylko w warstwie ornej, z zapasów naturalnych od 30 do 180 kg N/ha.

Jak widać zakres ten jest bardzo szeroki i można go traktować jako obszar błędu popełnianego podczas doboru dawki azotu. Rośliny ukorzeniają się znacznie poniżej warstwy ornej. W wierzchniej warstwie gleb (do 60 lub 90 cm) znajduje się wczesną wiosną od kilkunastu do 150 kg/ha azotu mineralnego. Przeciętna zawartość tylko szybko działającej formy azotu – formy saletrzaney w warstwie 0-90 cm gleb polskich wczesną wiosną wynosi średnio: 35 kg w glebach bardzo lekkich, 44 kg w glebach lekkich, 64 kg w średnich i 78 kg/ha w ciężkich. Zboża ozime mogą wykorzystać go w 80-100%, natomiast zboża jare w 50-70%, w zależności od rozmieszczenia azotu w profilu glebowym. Mineralizowany w glebie azot zawarty w resztkach roślinnych, nawozach organicznych i próchnicy glebowej może pokryć nawet 40-60% całkowitego zapotrzebowania roślin. Szybkość mineralizacji azotu z tych źródeł zależy od wielu czynników siedliska (m.in. temperatury, wilgotności gleby) oraz właściwości wprowadzanego do gleby materiału roślinnego (zawartość azotu i węgla, stosunek C:N).

Na rysunku 7 przedstawiono tempo pobierania azotu przez większość roślin uprawnych, czyli przez zboża i rzepak i tempo mineralizacji azotu w glebie. Najszybsze tempo mineralizacji, a więc uwalniania się azotu przyswajalnego dla roślin w glebach następuje późną wiosną i latem, kiedy gleba zdąży się już nagrzać, a wahania i niedobory wilgoci powodują większy dostęp tlenu. Tempo mineralizacji, czyli uwalniania się przyswajalnych dla roślin form azotu następuje zbyt późno, gdy zboża i rzepak są już co najmniej w fazie kwitnienia, a wtedy przestają intensywnie pobierać nie tylko azot, ale wszystkie składniki pokarmowe. Niestety większość naszych roślin uprawnych, głównie zboża i rzepak są już w fazach rozwoju generatywnego (kłoszenie, kwitnienie, zawiązywanie nasion itd.), a wtedy następuje już redukcja systemu korzeniowego i pobieranie składników pokarmowych ulega bardzo silnemu ograniczeniu. Tak więc uwalniany z gleby azot dobrze pobierają rośliny, które intensywnie rosną w drugiej połowie czerwca, lipcu, sierpniu, a nawet we wrześniu. Do roślin tych należy przede wszystkim kukurydza, buraki, późne odmiany ziemniaka oraz rośliny pastewne i różnego rodzaju wsiewki i poplony. Mineralny azot pobierają też mikroorganizmy, gdy mają dostatek materii organicznej, na przykład przyorane resztki poźniwne lub słomę, wiążąc go w glebie, by wiosną następnego roku uwolnił się jako dostępny dla roślin. By wykorzystać i zatrzymać ten uwalniający się azot ważny jest wzrost udziału poplonów i staranne wymieszanie z glebą resztek poźniwnych.

## **Dla dobra rolnika, oszczędności azotu oraz środowiska naturalnego, szczególnie w okresie lata, pole powinno być jak najkrócej bez okrywy roślinnej.**

Wymagania pokarmowe roślin zostają częściowo pokryte azotem z różnych źródeł, a ich ocena, wymagająca dużego doświadczenia, prowadzi do precyzyjnego określenia potrzeb nawozowych. Potrzeby nawozowe (PN), czyli wielkość dawki azotu można ustalić na podstawie bilansu tego składnika, według wzoru:

$$PN = [WP - (A + B) \times 100]: a - C$$

gdzie: WP – wymagania pokarmowe rośliny względem azotu, (A + B) – ilość azotu pochodząca z innych źródeł, A – z próchnicy glebowej i po uprawie motylkowatych:

- azot uwalniany z próchnicy glebowej; na glebach piaszczystych jest to 10-40 kg, na glebach średnich 20-60 kg a na glebach cięższych 30-80 kg/ha;
- z resztek poźniwnych po lucernie w pierwszym roku 45-80 kg N, po koniczynie i mieszankach motylkowych z trawami 30-60 kg N, a po strączkowych 20-40 kg N/ha;
- rośliny motylkowe na użytkach zielonych wiążą 30 kg/ha azotu;

B – z nawozów azotowych:

- nie wykorzystane przez przedplon 5-20 kg N/ha w zależności od wielkości dawki stosowanej pod przedplon i ilości opadów;

a – wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych (tabela 13)

C – z nawozów organicznych oraz resztek poźniwnych:

- wprowadzany azot z nawozami organicznymi, w pierwszym roku wykorzystany jest w 30-40%, w zależności od gleby, przebiegu pogody i długości wegetacji uprawianej rośliny, w drugim roku 10-20%;
- z przyoranego plonu ubocznego (słoma, liście, resztki poźniwne) wykorzystanie azotu jest podobne jak z obornika, czyli w pierwszym roku wynosi około 30-40%; zawartość azotu w plonie ubocznym przedstawiono w tabeli 9, jego wykorzystanie w tabeli 13.

**PRZYKŁAD ciąg dalszy** Nawożenie pszenicy ozimej po rzepaku ozimym. Słoma rzepaczana przyorana.

Wymagania pokarmowe rzepaku ozimego i pszenicy ozimej określono w rozdziale 7.3 pkt. 1. i wynoszą one 165 kg N/ha dla rzepaki i 196 kg N/ha dla pszenicy. Wymagania pokarmowe pszenicy:  $7 \times 28 \text{ kg N} = 196 \text{ kg N/ha}$  (PP) Azot uwolniony z próchnicy glebowej – 60 kg (A) Azot nie wykorzystany przez przedplon (rzepak) – 20 kg (B) Wykorzystanie azotu przez zboża ozime – 65% Zwrot w przyoranej słomie rzepaku: 3,5 t nasion = 7,0 t słomy (stosunek nasiona: słoma = 1:2)  $7 \times 7,0 \text{ kg Nw tonie słomy} = 49 \text{ kg N} \times 0,35$  (bo 35% – wykorzystanie azotu) = 17,2 kg NPN =  $[196 - (60 + 20) \times 100]: 65 - 17,2 = 11600: 65 - 17,2 = 178,5 - 17,2 = 161,3 \text{ kg N/ha}$ . Dawka tak obliczona nadal jest bardzo niedokładną, bo w zależności od parametrów gleby, a przede wszystkim przebiegu pogody (temperatury, rozkład opadów, uwilgotnienie gleby itd.) zmienne jest tempo rozkładu materii organicznej w glebie, a więc

uwalnianie azotu oraz różne, także zmienne wykorzystanie azotu ze stosowanych nawozów (tabela 13).

Pamiętajmy, że zastosowane w nawozach składniki pokarmowe nie są w całości wykorzystane przez rośliny. Bilansowe ustalanie dawek azotu wymaga wykonywania dodatkowych analiz nie tylko azotu mineralnego w glebie, ale także analiz roślin.

Ustalanie potrzeb nawozowych uprawianej rośliny względem azotu, czyli ilość składnika pokarmowego, którą należy dostarczyć w postaci nawozów mineralnych powinna uwzględniać wiele źródeł azotu zabezpieczających wymagania pokarmowe, a mianowicie ilość pierwiastka którą roślina pobiera z glebowej materii organicznej, rozkładających się resztek poźniwnych przedplonu oraz z nawozów naturalnych. W dążeniu do dokładnego zbilansowania dawki azotu obok znajomości „historii pola” pomocna jest dodatkowa, wczesnowiosenna analiza gleby na zawartość azotu mineralnego (N<sub>min</sub>), czyli azotu bezpośrednio dostępnego dla roślin.

Zasada korzystania z tej metody, według propozycji IUNG-PIB, przedstawia się następująco. Z reguły zalecenia nawożenia azotem podaje się lub też wylicza metodą bilansową (jak wyżej) dla średniej zawartości azotu mineralnego w glebie i dla dobrych stanowisk. Znając zawartość azotu mineralnego w glebie, czyli na podstawie wartości testu N<sub>min</sub>, można dokonać korekty przedsięwziętej lub wiosennej dawki azotu. Wynik badania gleby, czyli testu N<sub>min</sub>, podawany jest w kg azotu mineralnego w glebie do głębokości 60 cm na powierzchni 1 hektara pola.

Jak wykorzystać dane dotyczące wartości testu N<sub>min</sub>?

- Jeżeli wynik testu N<sub>min</sub> wykazuje wysoką lub bardzo wysoką zawartość składnika w glebie, to planowaną dawkę nawozową można zmniejszyć o różnicę pomiędzy zawartością N<sub>min</sub> stwierdzoną w glebie pobranej z pola i górną granicą zawartości średniej dla takiej gleby.
- W przypadku zawartości bardzo niskiej lub niskiej zalecaną dawkę N należy zwiększyć o różnicę pomiędzy dolną granicą zawartości średniej i oznaczoną ilością N<sub>min</sub> w glebie.
- Jeśli wynik testu mieści się w przedziale zawartości średniej, dawka N pozostaje bez zmian (IUNG-PIB).

**PRZYKŁAD ciąg dalszy** Założono w przykładzie uprawy w zmianowaniu rzepak ozimy i jakościową pszenicę ozimą, na glebie średniej, charakteryzującej się średnią zasobnością w fosfor i potas oraz niską w magnez. Wymagania pokarmowe pszenicy ozimej po rzepaku ozimym z przyoraną słomą rzepaczaną wynoszą 196 kg N/ha. Jeżeli wynik testu N<sub>min</sub> wynosi 40 kg N/ha, to znaczy że wartość ta jest mniejsza od średniej, a więc dawkę azotu należy zwiększyć do dolnej granicy średniej zawartości, czyli do 71 kg (tabela 14), a więc 71 kg N – 40 kg N<sub>min</sub>/ha = 31 kg. Planując zastosować 50% dawki azotu na pszenicę ozimą wczesną wiosną, czyli (196 kg x 0,5) 98 kg N/ha, dawkę należy zwiększyć o 31 kg N/ha. W przypadku, gdy wynik testu N<sub>min</sub> będzie wyższy od średniej zawartości, na przykład wynik analizy gleby 140 kg N<sub>min</sub>/ha, wówczas od wyniku analizy (140 kg N/ha) odejmujemy wartość górnej granicy średniej zawartości, czyli 90 kg (tabela 14) = 50 kg N/ha, czyli o taką ilość azotu można zmniejszyć wiosenną dawkę azotu na pszenicę, a więc zamiast stosować 50% dawki, czyli 98 kg N/ha, zastosujemy 98 kg - 50 kg „nadwyżki zapasu” w glebie, to jest 48 kg N/ha.

Pomimo wykonania czasochłonnej i dość drogiej analizy gleby, ustalanie dawki azotu z wykorzystaniem wyniku badania N<sub>min</sub> może być także obarczone pewnym, dość dużym błędem.

Te dodatkowe analizy oraz informacje mogą ułatwić doprecyzowanie dawki azotu, ale późniejszy przebieg pogody i tak zmodyfikuje potrzeby nawożenia azotem. Precyzyjne bilansowanie nawożenia azotem zależy od wielu dodatkowych informacji, których z uwagi na ich obszerność nie sposób pomieścić w tej publikacji.

Jak już wcześniej podkreślono, ustalanie precyzyjnych dawek azotu może być obarczone dużym błędem, tym bardziej że uwalnianie, czyli mineralizacja azotu w glebie oraz pobieranie azotu przez rośliny zależy w dużym stopniu od przebiegu pogody. Dlatego w praktyce rolniczej zupełnie wystarczające jest ustalanie dawek azotu według propozycji IUNG-PIB w Puławach (tabela 15).

Potrzeby nawożenia azotem są bardzo duże, gdy suma punktów wynosi od +6 do +4; duże od +3 do +1 pkt.; średnie, gdy suma punktów wynosi 0; małe od -1 do -3 i bardzo małe dla -4 do -6 punktów. W przypadku bardzo dużych potrzeb nawożenia azotem należy z reguły dawkę zwiększyć o 20-40 kg N/ha, a dużych potrzeb – o 10-20 kg N/ha. W przypadku małych potrzeb zaleca się zmniejszyć dawkę o 10-20 kg N/ha, a potrzeb bardzo małych – o 20-40 kg N/ha, względem przeciętnie zalecanych dawek.

Informacje zawarte w tabeli 15 wskazują na jakie czynniki powinien rolnik zwracać uwagę, by racjonalizować nawożenie azotem. Konieczne jest także dokładne coroczne notowanie wykonywanych zabiegów – historia pola. Jak już wcześniej podkreślono, ustalanie precyzyjnych dawek azotu może być obarczone dużym błędem, dlatego w praktyce zupełnie wystarczające jest ustalanie dawek azotu według propozycji przedstawionej w tym opracowaniu, czyli metodą bilansową. Wymagana jest dokładna obserwacja przebiegu pogody i ilości opadów, stanu plantacji (obsady roślin, stanu zdrowotnego, faz rozwojowych roślin, ewentualne objawów niedoboru składników pokarmowych) i bieżąca korekta nawożenia, czyli uzupełnienie dawki azotu w postaci nawożenia pogłównego, a każdej możliwej okazji także w postaci dokarmiania dolistnego mocznikiem.