

## MINERALIZACJA ZWIĄZKÓW AZOTU W GLEBIE ŁĄKI NAWOŻONEJ RÓŻNYMI DAWKAMI AZOTU I NAWADNIANEJ DESZCZOWNIANO

*Andrzej Sapek, Barbara Sapek*

Zakład Chemii Gleby i Wody, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

### Wstęp

Aktualna zawartość związków azotu mineralnego (N min.) w glebie łąkowej odzwierciedla wprawdzie nasilenie w niej procesu mineralizacji, jednak nie może być jego miarą. Zawartość ta, zarówno w postaci azotanowej (N-NO<sub>3</sub>), jak i amonowej (N-NH<sub>4</sub>), jest wypadkową między ilościami uwalnianymi z glebowej materii organicznej, a wiązаныmi przez rosnące rośliny i mikroorganizmy glebowe. Ponadto, część N min. w glebie pochodzi bezpośrednio z przemian związków azotu wnoszonego z nawozami lub opadem atmosferycznym. Obydwa źródła N min. są głównym zapasem związków azotu traconych do środowiska w wyniku emisji gazowych lub wymywania do wody gruntowej. Niemniej, ilości oznaczane w próbkach gleby pobranej w określonym terminie odpowiadają stanowi równowagi zależnej od nasilenia poszczególnych procesów, a zwłaszcza procesu mineralizacji. Brakuje bezpośrednich metod oznaczania ilości azotu, która ulega mineralizacji w określonym przedziale czasu. Dostępne są natomiast pośrednie metody laboratoryjnego [GOTKIEWICZ 1974] lub polowego pomiaru ilości związków azotu, które ulegają mineralizacji w glebie, pod rośliną lub bez roślinności [ADAMS i in. 1989; RAISSON i in. 1987; HATCH, JARVIS 1991].

Opisane badania są kontynuacją prac podjętych w latach 1980–87 na trzech długoletnich doświadczeniach łąkowych, dwóch w warunkach opadowej gospodarki wodnej [SAPEK, SAPEK 1993; SAPEK 1995, 1999, 2004; SAPEK i in. 2000; SAPEK, KALIŃSKA 2004] oraz jednym nawadnianym deszczowniano [SAPEK 1997, 2000; SAPEK i in. 2002]. Powierzchniowa, 0–10 cm warstwa odgrywa najważniejszą rolę w glebie trwałych użytków łąkowych, gdyż w niej jest największa aktywność biologiczna, do niej wnoszone są nawozy i odchody zwierzęce, oraz z niej ulegają rozpraszaniu składniki nawozowe do środowiska [JARVIS, BARRACLOUGH 1991].

Celem niniejszego opracowania było poznanie różnic w zawartości N min. w 0–10 cm warstwie gleby spod roślinności oraz bez roślinności *in situ*. Zamierzano również wykazać, że na aktualną zawartość N min. w glebie łąkowej i na wydajność mineralizacji organicznych związków azotu ma wpływ poziom nawożenia azotem, jego postać, termin pobrania próbki oraz czas trwania doświadczenia polowego. Jedenastoletnie badania prowadzono na przykładzie łąki trwałej deszczowanej.

Oczekiwano odpowiedzi na pytania:

- czy poziom nawożenia azotem ma wpływ na wydajność mineralizacji związków azotu w glebie pod roślinnością i bez roślinności?
- w jakim okresie wegetacji zawartość N min. w glebie jest największa?
- czy i w jakim zakresie stosowanie gnojówki bydłowej sprzyja mineralizacji związków azotu?

### Materiał i metodyka

Doświadczenie polowe założono na łące trwałej w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ w Falentach w 1987 r. Łąka doświadczalna jest położona na czarnej ziemi zdegradowanej, o składzie granulometrycznym gliny średniej i o zawartości węgla organicznego 2,0% w warstwie 0–20 cm. Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 60 m<sup>2</sup>. Stosowano nawożenie saletrą amonową 120 (N120), 240 (N240) i 360 (N360) oraz gnojówką 240 (G240) 360 (G360) kg N·ha<sup>-1</sup> w odpowiednich dawkach pod każdy pokos (tab. 1). Objętość stosowanej gnojówki ustalano na podstawie zawartości w niej potasu odpowiadającej dawce tego składnika. Brakujący azot uzupełniano saletrą amonową, przeciętnie w ilości 50–60% przyjętej dawki azotu, a fosfor superfosfatem. Na wszystkich obiektach doświadczenia zbierano cztery pokosy.

Tabela 1; Table 1

Dawki azotu stosowane przed kolejnym odrostem (kg N·ha<sup>-1</sup>)  
Nitrogen fertiliser rates applied before each regrowth (kg N·ha<sup>-1</sup>)

Odrost; Regrowth	Obiekt nawozowy; Fertilizer object				
	N120	N240	N360	G240	G360
I	40	80	120	80	120
II	30	60	90	60	90
III	30	60	90	60	90
IV	20	40	60	40	60

W celu prowadzenia badań nad wymywaniem składników nawozowych, łąkę, drenowano na głębokości 180 cm. Dlatego stosowano nawodnienie deszczowniane, od 120 do 240 mm rocznie w dawkach polewowych 20 mm. Rocznie, w zależności od natężenia i rozkładów opadów, przesiąkało poza strefę korzeniową od 45 do 200 mm [SAPEK 1997]. Średnie stężenie N-NO<sub>3</sub> w wodzie do nawodnień wynosiło około 5 mg N·dm<sup>-3</sup>. Z opadem deszczowym wnoszono rocznie od 13 do 25 kg N·ha<sup>-1</sup>, głównie w postaci jonu amonowego [SAPEK i in. 2003].

Oznaczenia zawartości azotu min. (N min. = N-NO<sub>3</sub> + N-NH<sub>4</sub>) wykonywano w dwóch rodzajach próbek: a/ inkubowanych *in situ* oraz b/ pobranych tradycyjnie spod roślinności. Metoda inkubacji *in situ* polegała na oznaczaniu zawartości N min. w próbkach gleby z rurek plastikowych umieszczanych w trzech powtórzeniach na każdym poletku obiektu nawozowego [RAISON i in. 1987; ADAMS 1989]. Rurki plastikowe, o średnicy wewnętrznej 28,0 mm, wciskano w glebę do głębokości 10 cm i przykrywano wieczkiem perforowanym na obrzeżu, o średnicy wewnętrznej 32,0 mm, w celu odizolowania wpływu roślinności i opadu. Rurki umieszczano w glebie wiosną przed ruszeniem wegetacji, po każdym pokosie, lecz przed zastosowaniem nawozów, oraz po zakończonej wegetacji. Wtedy pozosta-

wiano je w glebie na zimę. Rurki wyjmowano z gleby tuż przed kolejnym pokosem oraz przed rozpoczęciem i po zakończeniu vegetacji, a zawartą w każdej z nich próbkę gleby analizowano oddzielnie. Wyniki z trzech oznaczeń traktowano w obliczeniach jako średnią z poletka. Równolegle, w tych samych terminach, pobierano próbki gleby spod roślinności, także z warstwy 0–10 cm. Na średnią próbkę z poletka składały się próbki z czterech miejsc. Analizowano oddzielnie średnie próbki z każdego poletka.

Próbki mieszano i odmierzano objętościowo 25 cm<sup>3</sup> próbkę laboratoryjną w specjalnym aparacie stosując nacisk równy 1,3 MPa [Patent Nr P. 344033, 2005]. Objętościowe odmierzanie próbek gleby uniezależnia pomiar od gęstości gleby, wykazującej dużą zmienność na użytkach zielonych, a równocześnie odpowiada zawartości N min. w 0–10 cm warstwie gleby w przeliczeniu na ha. Do oznaczania N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub> wykorzystywano autoanalyzer przepływowy. Azotany oznaczano kolorymetrycznie z N-1-naftyloetylenodwuaminą, a amon kolorymetrycznie z salicylanem sodu, zgodnie z metodyką producenta urządzenia SCALAR [2002]. Wyniki podawano w przeliczeniu na mg N·dm<sup>-3</sup> w 0–10 cm warstwie gleby. W sumie analizowano 1100 próbek gleby pobranych spod roślinności i 3300 próbek z inkubacji *in situ*.

Ilość uwolnionego w glebie azotu mineralnego (mg N min.·dm<sup>-3</sup>) obliczono z różnicy między zawartością N min. w próbkach po inkubacji *in situ* (a) i w próbkach spod roślinności (b), ( $\Delta = a - b$ ). Wielkość tą przyjęto w pracy jako różnicową wydajność mineralizacji (RWM).

Przedstawione dane zebrano od 1 stycznia 1995 do 31 grudnia 2003 roku.

## Omówienie wyników

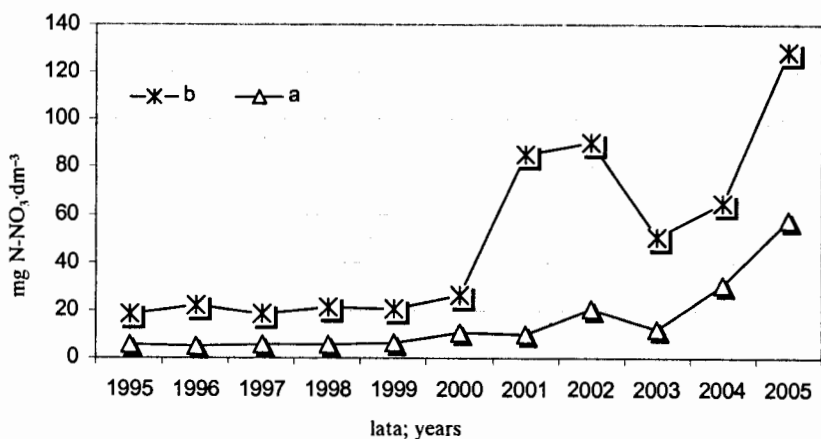
Osiemnastoletnie nawożenie stałymi dawkami nawozów azotowych spowodowało zakwaszenie gleby proporcjonalne do poziomu nawożenia. Częściowe zastąpienie azotu saletry gnojówką istotnie osłabiło efekt zakwaszania gleby na obiektach G240 i G360 (tab. 2). Zakwaszenie gleby nie miało wpływu na proces nitryfikacji, gdyż stosunek N-NO<sub>3</sub> do N-NH<sub>4</sub> był największy w próbkach z obiektów N360 i G360.

Tabela 2; Table 2

Średnie pH<sub>KCl</sub> w 0–10 cm warstwy gleby  
Mean pH<sub>KCl</sub> in 0–10 cm soil layer

Obiekt; Object	N120	N240	N360	G240	G360
pH <sub>KCl</sub>	5,0	4,8	4,2	5,2	4,9

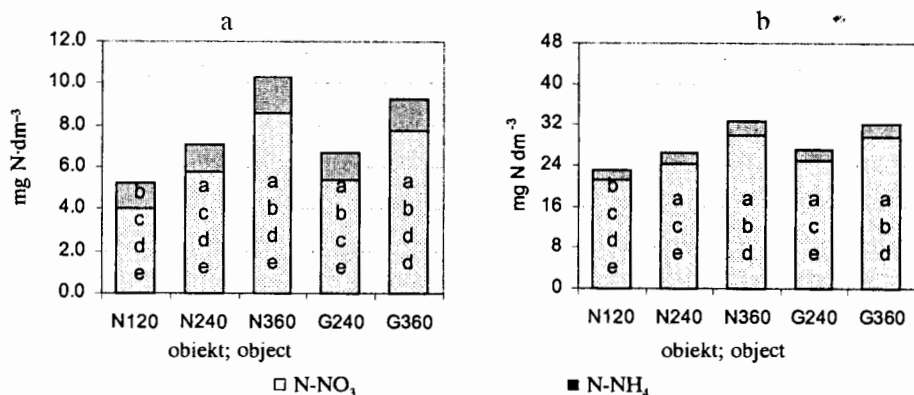
Średnia zawartość N-NO<sub>3</sub> w 0–10 cm warstwie gleby, zarówno spod roślinności jak i po inkubacji *in situ*, utrzymywała się w latach od 1988 do 1999 na wyrównanym poziomie z tendencją do zwiększania w kolejnych latach. Od roku 2000 zaobserwowano drastyczne zwiększanie się tej zawartości, co wykazano na przykładzie obiektu N240 (rys. 1). Duże różnice w zawartości N-NO<sub>3</sub> między tymi dwoma przedziałami czasu uniemożliwiły obliczanie statystyczne wyników z całego okresu objętego badaniami. Rozpatrywano więc osobno wyniki z lat od 1995 do 1999 oraz od 2000 do 2005.



Rys. 1. Zmiana zawartości N-NO<sub>3</sub> w 0–10 cm warstwie gleby z obiektu N240 w kolejnych latach doświadczenia. a – próbki spod roślinności, b – próbki po inkubacji *in situ*

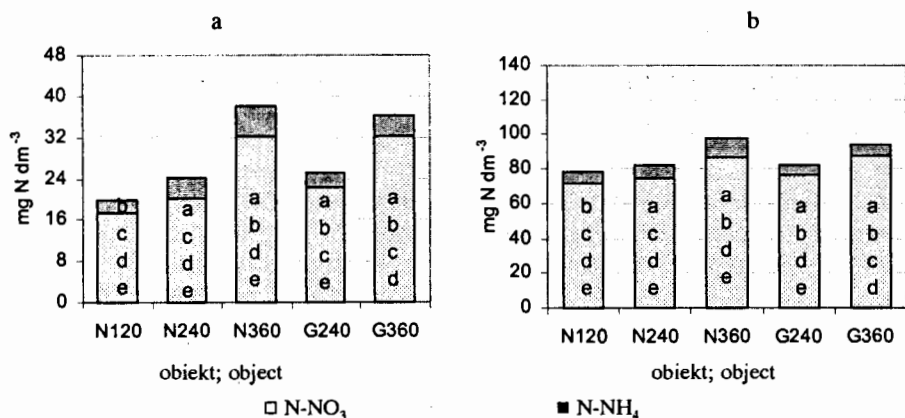
Fig. 1. Changes in N-NO<sub>3</sub> content in 0–10 cm soil layer from N240 object in the subsequent years of experiment. a – samples from taken under plants, b – samples after incubation *in situ*

W latach 1995–1999 zawartość N min. w glebie spod roślinności i po inkubacji *in situ* wzrastała istotnie wraz ze zwiększaniem dawki nawozu azotowego. Częściowe zastąpienie saletry amonowej gnojówką bydlęcą miało istotny wpływ na tę zawartość tylko w glebie spod roślinności w latach 2000–2005, która różniła się istotnie na obiektach N240 i G240 oraz N360 i G360 (rys. 2ab), aczkolwiek w niektórych latach lub terminach takie istotne różnice występowały, wykazując zawsze mniejsze zawartości w glebie nawożonej gnojówką.



Rys. 2. Średnia zawartość N min. w 0–10 cm warstwie gleby spod roślinności z obiektów nawozowych, w próbkach pobranych we wszystkich terminach w latach 1995–1999 (a) i 2000–2005 (b). abcde – istotne różnice między obiektami przy  $p < 0,05$

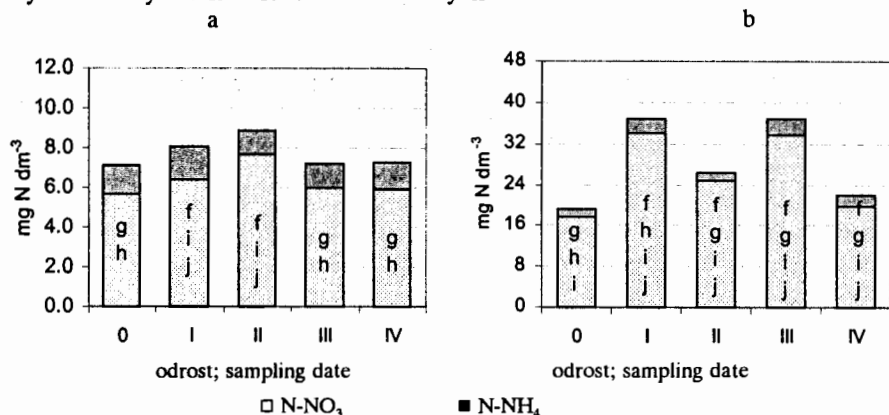
Fig. 2. Mean content of N min. in 0–10 soil layer under sward from fertilizer objects in samples taken at all dates in 1995–1999 (a) and 2000–2005 (b). abcde – significant differences between objects at  $p < 0.05$



Rys. 3. Średnia zawartość N min. w 0–10 cm warstwie gleby po inkubacji *in situ* z obiektów nawozowych, w próbkach pobranych we wszystkich terminach w latach 1995–1999 (a) i 2000–2005 (b), abcde – istotne różnice między obiektami przy  $p < 0,05$

Fig. 3. Mean content of N min. in 0–10 soil layer after incubation *in situ* from fertilizer objects in samples taken at all dates in 1995–1999 (a) and 2000–2005 (b). abcde – significant differences between objects at  $p < 0.05$

Obserwowano podobny wpływ nawożenia na zawartość N-NH<sub>4</sub>, która była około 3 razy mniejsza niż N-NO<sub>3</sub> w próbkach z lat 1995–1999 i aż 10 razy mniejsza w próbkach z lat 2000–2005. Zawartość N-NH<sub>4</sub> wykazywała słabą korelację z zawartością N-NO<sub>3</sub> – współczynniki korelacji Pearsona były mniejsze od 0,25 dla danych ze wszystkich obiektów nawozowych i okresów badań.

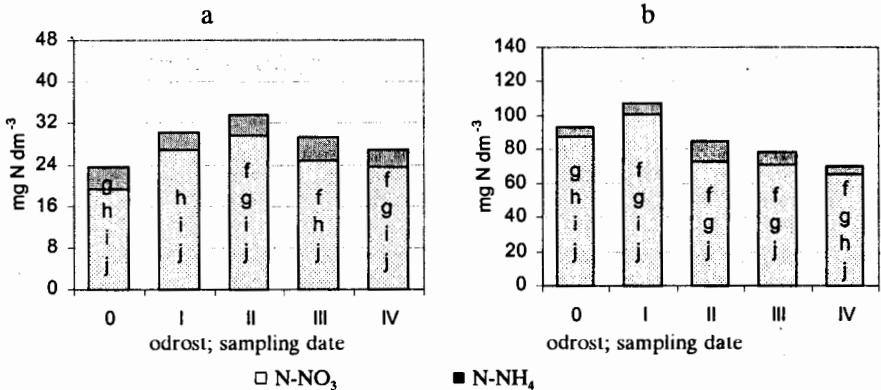


Rys. 4. Średnia zawartość N min. w 0–10 cm warstwie gleby spod roślinności z wszystkich obiektów nawozowych, w próbkach pobranych wiosną (0) i po kolejnych odrostach (I, II, III, IV) w latach 1995–1999 (a) i 2000–2005 (b), fghij – istotne różnice między obiektami przy  $p < 0,05$

Fig. 4. Mean content of N min. in 0–10 soil layer under sward from all fertilizer objects in samples taken in spring (0) and after subsequent regrowths (I, II, III, IV) in 1995–1999 (a) and 2000–2005 (b), fghij – significant differences between objects at  $p < 0.05$

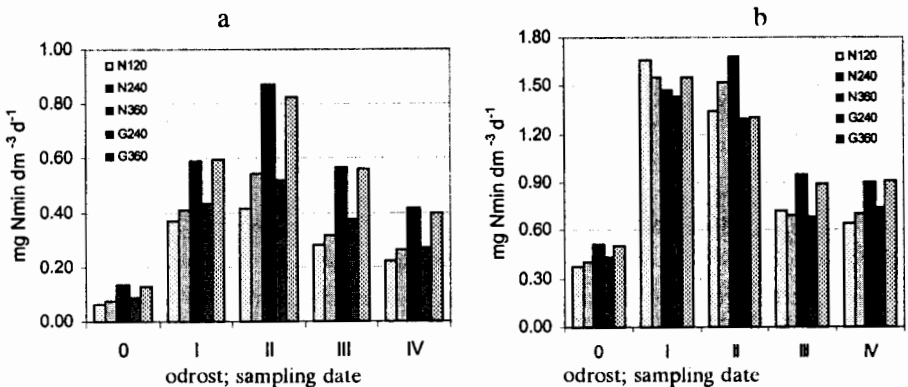
W pierwszym okresie badań zawartość N min. w próbkach spod roślinności była istotnie większa w glebie po I i II odroście, aczkolwiek różnice nie przekra-

czyły 2 mg N min. $\cdot$ dm $^{-3}$ . Zawartość N min. przed ruszeniem i pod koniec wegetacji była na podobną (rys. 4a). W drugim okresie badań zawartość N min. była najmniejsza przed ruszeniem wegetacji, by zwiększyć się w sezonie wegetacyjnym (rys. 4b). Zawartość N-NO $_3$  w glebie po inkubacji *in situ* była przeciętnie 3 razy większa niż spod roślinności, a zawartość N-NH $_4$  tylko 2 razy większa. Zawartość Nmin w sezonie układała się odmiennie dla próbek z pierwszego i drugiego okresu badań. W pierwszym okresie była ona największa po I i II odroście, a następnie malała (rys. 5a). Zawartość N min. w próbkach z lat 2000–2005 była największa przed wegetacją i po I odroście, następnie zmniejszała się (rys. 5b).



Rys. 5. Średnia zawartość N min. w 0–10 cm warstwie gleby po inkubacji *in situ* z wszystkich obiektów nawozowych, w próbkach pobranych wiosną (0) i po kolejnych odrostach (I, II, III, IV) w latach 1995–1999 (a) i 2000–2005 (b), fghij – istotne różnice między obiektami przy p < 0,05

Fig. 5. Mean content of N min. in 0–10 soil layer after incubation *in situ* from all fertilizer objects in samples taken in spring (0) and after subsequent regrowths (I, II, III, IV) in 1995–1999 (a) and 2000–2005 (b), fghij – significant differences between objects at p < 0.05



Rys. 6. Średnia dobowa różnicowa wydajność mineralizacji związków azotu (RWM) w latach 1995–1999 (a) i w latach 2000–2005 (b). Próbkę pobrane wiosną – 0 i po kolejnych odrostach – I, II, III, IV

Fig. 6. Mean daily differential efficiency of nitrogen mineralization (RWM) during 1995–1999 (a) and during 2000–2005 (b). Samples taken in spring – 0, and after subsequent regrowth – I, II, III, IV

Różnicowa wydajność mineralizacji azotu (RWM) w 0–10 cm warstwie gleby w latach 1995–1999 wynosiła średnio  $0,39 \text{ kg N min.}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ , a w latach 2000–2005 była prawie 3 razy większa i wynosiła  $1,0 \text{ kg N min.}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ . Największa RWM stwierdzono na obiektach nawożonych  $360 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Pełniejszy obraz różnic w RWM otrzymuje się po jej przeliczeniu na dobę, gdyż czas między terminami pobrania próbek wynikał z technologii użytkowania łąki. Czas ten był największy poza sezonem wegetacyjnym, co powodowało najmniejsza RWM. Największe RWM obserwowano po II odroście w latach 1995–1999 oraz po I i II odroście w następnym okresie badań (rys. 6ab). Różnice w RWM między obiektami, istotne w pierwszym okresie badań, uległy zatarciu w drugim.

### Dyskusja

Obserwowane nasilenia mineralizacji związków azotu w latach 2000–2005 w porównaniu do lat 1995–1999 nie znajduje dostatecznego wyjaśnienia. Potrzebne są dalsze wnikliwe obserwacje, które są podejmowane. Można jednak doszukiwać się przyczyn w zmianie klimatu, a zwłaszcza w cieplejszym okresie letnim, w których dłużej utrzymują się wyższe temperatury gleby oraz mniejsza wilgotność powietrza.

Podstawowym celem założonego doświadczenia było śledzenie losów azotu, zwłaszcza mineralnego, w glebie użytków zielonych. Wymagało to przyjęcia niektórych uproszczeń metodycznych. Jednym z nich było odcięcie podsiąku wody i ograniczenie się do gospodarki opadowej, uzupełnianej nawodnianiem deszczownianym. Niezakłócony okres badań, w latach 1995–1999, dostarczył licznych danych służących do wyjaśnienia przyczyn wyraźnie mniejszego wymywania azotanów spod użytków zielonych użytkowanych kośnie w porównaniu do upraw polowych. W uprawach polowych przyjmuje się, że zawartość  $\text{N-NO}_3$  w glebie jest największa wiosną, po zastosowaniu nawozów, a następnie wyraźnie maleje w czasie ich nasilonego pobierania przez rosnące rośliny, by po zbiorze plonu ponownie wzrastać. Stanowi to podstawę koncepcji zielonej okrywy pól jesienią jako sposobu ograniczania wymywania azotanów [PEDERSEN 1990]. W przypadku badanego użytku zielonego największe zawartości N min. występowała w czasie intensywnego wzrostu runi, by wyraźnie maleć pod koniec wegetacji. Dotyczyło to zarówno próbek gleby spod roślinności jak i inkubowanych *in situ*. Różnice w zawartości N min. w próbkach pobranych przed i po wegetacji były niewielkie, a jeśli były istotne to zarówno na korzyść pobranych przed lub po wegetacji. STARR [1983] obserwował największe zawartości N min. przed rozpoczęciem wegetacji. To świadczy, że w okresie jesienno-zimowym straty azotanów na skutek wymycia lub denitryfikacji są niewielkie.

Stosowanie gnojówki, stymulującej aktywność biologiczną gleby, nie powodowało zwiększania w niej zawartości N min. Nie odpowiada to obserwacjom RYDENA i in. [1984], którzy po zastosowaniu gnojówki stwierdzali około 10 krotnie większe zawartości N min. niż w glebach kontrolnych łąk użytkowanych kośnie, a nawożonych tą samą dawką azotu.

Średnia dobowo różnicowa wydajność mineralizacji azotu (RWM) była oczywiście najmniejsza w okresie bez wegetacji i uwalniane wtedy ilości N min. nie mogły stanowić większego zagrożenia dla jakości wody gruntowej. Największe wartości RWM obserwowano w czasie I i II odrostu, ponad  $0,4 \text{ kg}$  w latach

1995–1999 i ponad 1,2 kg N min.·ha<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> w latach 2000–2005. Są to wprawdzie ilości, które mogą być pobrane przez ruń. Jednak, prócz azotu pochodzącego z mineralizacji, rośliny korzystały z azotu dostarczonego z nawozami, zwłaszcza w latach 2000–2005. Niemniej, wyraźnie mniejsza RWM w po III i IV odroście sugeruje, iż nie następuje nagromadzenia N min. w glebie w czasie sezonu wegetacyjnego, lecz jedyną drogą zaniku N-NO<sub>3</sub> może być wtedy proces denitryfikacji.

### Wnioski

1. W glebie użytkowanej od 1997 r. jako łąka trwała obserwowano istotne zwiększenie zawartości N min. począwszy od 2000 roku. Nie wyjaśniono przyczyn tego zjawiska.
2. Poziom nawożenia azotem miał istotny i dodatni wpływ na zawartość N min. w 0–10 cm warstwie gleby, zarówno spod roślinności, jak i po inkubacji *in situ*.
3. Zastąpienie części azotu saletrzanego azotem gnojówki nie powodowało oczekiwanego zwiększenia N min. w glebie, a raczej wykazywało tendencje do jej zmniejszania.
4. Największe zawartości N min. występowały w glebie po II i III odroście, a najmniejsze przed ruszeniem wegetacji i po jej zakończeniu.
5. Dobowa różnicowa wydajność mineralizacji azotu (RWM) była najmniejsza w okresie bez wegetacji, a największa w czerwcu i lipcu.
6. W świetle otrzymanych wyników prawdopodobieństwo wymycia znaczących ilości azotanów z łąk użytkowanych kośnie jest niewielkie.

### Literatura

- ADAMS, M.A., POLGLASE, P.J., ATTIWILL, P.M., WESTON, C.J. 1989. *In situ studies of nitrogen mineralization and uptake in forest soils: some comments on methodology*. Soil Biol. Biochem. 21(3): 423–429.
- GOTKIEWICZ J. 1974. *Zastosowanie metody inkubowania próbek o zachowanej strukturze do badań nad mineralizacją azotu w glebach torfowych*. Roczn. Nauk Rol. Ser. F t. 78(4): 25–34.
- HATCH D.J., JARVIS S. 1991. *An assessment of the contribution of net mineralization to N cycling in grass swards using a field incubation method*. Plant and Soil 138: 22–23.
- JARVIS S., BARRACLOUGH D. 1991. *Variation in mineral nitrogen under grazed grassland swards*. Plant and Soil 138: 177–188.
- RAISON R.J., CONNELL M.J., KHANNA P.K. 1987. *Methodology for studying fluxes of soil mineral-N in situ*. Soil Biol. Biochem. 19(5): 521–530.
- PATENT Nr 190846, 2006. *Aparat do objętościowego odmierzania świeżej masy próbek gleby*.
- PEDERSEN C.A. 1990. *Practical measures to reduce nutrient losses from arable land [annual crops]*. The Fertiliser Society Proceedings, Peterborough: 1–24.



RYDEN J.C., BALL P.R., GARWOOD E.A. 1984. *Nitrate leaching from grassland*. Nature 311(5981): 50–53.

SAPEK A. 1997. *Nitrogen balances in permanent grassland*, w: *Gaseous nitrogen emissions from grasslands*. Jarvis S.C., Pain B.F. Eds), CAB International: 391–396.

SAPEK A. 2000. *Sezonowe zmiany zawartości azotu azotanowego w glebie łąki trwałej deszczowanej w latach 1987–1998*. Wiadomości IMUZ 21(1): 9–19.

SAPEK A., SAPEK B., BARSZCZEWSKI J. 2002. *Mineralizacja azotu w glebie łąki trwałej deszczowanej*. Nawozy i Nawożenia: 238–246.

SAPEK A., NAWALANY P., BARSZCZEWSKI J. 2003. *Ładunek składników nawozowych wnoszony z opadem mokrym na powierzchnię ziemi w Falentach w latach 1995–2001*. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie 3(6): 69–78.

SAPEK B., SAPEK A. 1993. *Wpływ wapnowania na zawartość azotu mineralnego w glebie łąkowej*. Mat. Sem. Nauk. „Problemy wapnowania użytków zielonych”, Falenty 11–13 V IMUZ, Mat. Sem. 32: 74–79.

SAPEK B. 1995. *Mineralizacja azotu w glebie łąki trwałej w zależności od odczynu i nawożenia azotem*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 421a: 323–330.

SAPEK B. 1999. *Ocena dynamiki mineralizacji związków azotu metodą inkubacji in situ i jego bilans w mineralnej glebie łąkowej*. Wiadomości IMUZ 20(1): 39–57.

SAPEK B., ESTAVILLO J.M., CORRE W.J. 2000. *Amounts of ammonium and nitrate in grassland soil as a function of soil pH and fertiliser nitrogen application*, w: *Effects of liming and nitrogen fertilizer application on soil acidity and gaseous nitrogen oxide emissions in grassland systems*. Oenema O., Sapek A. (Red.), Wydawn. IMUZ Falenty: 25–37.

SAPEK B. 2004. *Emisje gazowe i przemiany związków azotu w mineralnych glebach trwałego użytku zielonego w świetle międzynarodowych wyników badań w projekcie COGANOG*. Rocz. Glebozn. T LV, 1: 215–228.

SAPEK B., KALIŃSKA D. 2004. *Mineralizacja organicznych związków azotu w glebie w świetle długoletnich doświadczeń łąkowych w IMUZ*. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie 4, 1(10): 183–200.

SKALAR METHOD: *Ammonia*, 1–8, 2001; *Nitrate*, 1–7, 2000; 2001, *DOC*, 1–7, 2000.

STARR J.L. 1983. *Assessing Nitrogen movement in the field*, w: *Chemical mobility and reactivity in soil systems*. ASA, SSSA.

**Słowa kluczowe:** gleby łąkowe, mineralizacja azotu, azotany, nawożenie gnojówką

### Streszczenie

W czasie jedenastu lat badano zawartość związków azotu mineralnego ( $N_{min} = N-NO_3 + N-NH_4$ ) w 0–10 cm warstwie gleby łąkowej spod roślinności i inkubowanej *in situ*. Gleby nawożono trzema dawkami azotu mineralnego (120, 240 i 360 N kg·ha<sup>-1</sup>). Dawki 120 i 240 N kg·ha<sup>-1</sup> stosowano: i/ wyłącznie jako azotan amonu oraz ii/ częściowo jako gnojówkę bydlęcą. Poziom nawożenia azotem znajdował istotne odzwierciedlenie w zawartości  $N_{min}$  w obydwóch rodzajach

próbek. Nawożenie gnojówką sprzyjało raczej zmniejszaniu zawartości omawianej postaci azotu. Mniej N min. znajdowano w glebie przed ruszeniem vegetacji i po jej zakończeniu. Dobowa różnicowa wydajność mineralizacji azotu (RWM) była najmniejsza w okresie bez vegetacji, a największa w czerwcu i lipcu. Obserwowano istotne zwiększenie zawartości N min. w glebie począwszy od 2000 roku.

NITROGEN MINERALIZATION  
IN MEADOW SOIL FERTILIZED  
WITH VARIOUS DOSES OF NITROGEN  
AND SPRAY IRRGATED

*Andrzej Sapek, Barbara Sapek*  
Department of Soil and Water Chemistry,  
Institute for Land Reclamation and Grassland Farming, Falenty

Key words: grassland soils, nitrogen mineralization, nitrate, cattle urine

Summary

The content of mineral nitrogen (N min. = N-NO<sub>3</sub> + N-NH<sub>4</sub>) in 0–10 layer of meadow soil directed under sward and after incubation in situ has been assessed for eleven years. The soil was fertilized with three rates on nitrogen (120, 240 i 360 N kg·ha<sup>-1</sup>). Both higher rates were applied in two forms: i/ exclusive as ammonium nitrate ii/ partly in the form of cattle urine. The level of nitrogen fertilization was focused on the N min. content in both kinds of soil samples. The application of cattle urine rather enhanced the content in question. The lowest N min. content was found in soil before and after the vegetation season. The daily differential efficiency of nitrogen mineralization was the lowest in the season without vegetation, and the highest in June and July. An evident increase of N min. content has been observed since 2000.

Prof. dr hab. Andrzej Sapek  
Zakład Chemii Gleby i Wody  
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych  
FALENTY  
05–090 RASZYN