

NASILENIE MINERALIZACJI AZOTU W GLEBIE ŁĄKI TRWAŁEJ DESZCZOWANEJ

Andrzej SAPEK

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

Słowa kluczowe: azot, gleba, mineralizacja, nawożenie, użytki zielone

Streszczenie

Badano zawartość azotu mineralnego (N_{min}) w próbkach gleby spod roślinności i inkubowanych *in situ* z doświadczenia usytuowanego na łące trwałej deszczowanej i nawożonej różnymi dawkami nawozów w postaci mineralnej i organicznej. Badania prowadzono w latach 1995–2003. W latach 2001–2003 obserwowano ponad dwukrotnie większą niż we wcześniejszym okresie zawartość N_{min} w obydwóch rodzajach próbek. Mineralizacja azotu w glebie pod roślinnością i inkubowanej *in situ* była, w całym okresie objętym badaniami, proporcjonalna do dawek nawozów azotowych. Stosowanie gnojówki nie sprzyjało zwiększeniu zawartości N_{min} w glebie. Z plonem roślin pobierano więcej azotu niż wynosiła różnicowa wydajność mineralizacji. Prawidłowość ta uległa zakłóceniu w latach 2001–2003.

WSTĘP

Ilość azotu organicznego w glebie łąkowej jest niewspółmiernie duża w porównaniu z zawartością w niej azotu mineralnego (N_{min}) i ilością wnoszoną z nawozami. Praktycznie więc nie można bezpośrednio określić ilości azotu, która uległa mobilizacji lub immobilizacji w określonym przedziale czasu. Można natomiast wykorzystać pośrednie metody laboratoryjnego [GOTKIEWICZ, 1974] lub polowego [ADAMS i in., 1989; RAISON i in., 1987] pomiaru ilości azotu, która ulega mineralizacji w glebie pokrytej roślinnością lub nie.

Badania nawiązywały do prac podjętych w 1991 r. na długoletnich doświadczeniach łąkowych – dwóch w warunkach opadowej gospodarki wodnej i jednym

Adres do korespondencji: prof. dr hab. A. Sapek, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Chemii Gleby i Wody, al. Hrabstwa 3, Falenty, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720-05-31, w. 223, e-mail: a.sapek@imuz.edu.pl

deszczowanym [SAPEK A., 1997; 2000; SAPEK A., SAPEK B., BARSZCZEWSKI, 2002; SAPEK B., SAPEK A., 1993; SAPEK B., 1995; 1999; 2004; SAPEK B., ESTAVILLO, CORRE, 2000; SAPEK B., KALIŃSKA, 2004]. Różnicę między zawartością N_{min} w glebie przed koszeniem i w glebie inkubowanej bez roślinności uznano za różnicową wydajność mineralizacji (RWO).

Celem niniejszego opracowania było wykazanie, że poziom nawożenia azotem i jego postać mają wpływ na mineralizację organicznych związków azotu *in situ* w glebie łąkowej. Badania prowadzono na łące trwałej deszczowanej.

Spodziewano się wyjaśnić:

- 1) czy wydajność mineralizacji azotu w glebie bez roślinności będzie proporcjonalna do poziomu nawożenia tym składnikiem?
- 2) czy i w jakim zakresie stosowanie nawozów naturalnych bogatych w węgiel (gnojówki) sprzyja mineralizacji azotu?
- 3) czy mineralizacja azotu w glebie jest większa niż pobranie tego składnika przez roślinność łąkową?

OPIS DOŚWIADCZENIA I METODY

Wieloletnie doświadczenie polowe założono na łące trwałej w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ w Falentach w 1987 r. Doświadczenie, obejmujące pięć obiektów nawozowych (tab. 1), założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 60 m². Do nawożenia stosowano saletrę amonową, superfosfat i sól potasową. Azot stosowano w odpowiednich dawkach pod każdy pokos (tab. 2). 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 tego składnika, a fosfor – superfosfatem. Od 1991 r. na wszystkich obiektach doświadczenia zbierano cztery pokosy.

Tabela 1. Stosowane dawki nawozów, kg·ha⁻¹·rok⁻¹

Table 1. Applied fertiliser annual rates, kg·ha⁻¹·y⁻¹

Obiekt	Object	N	P	K
N-120		120	34,9	120
N-240		240	52,3	180
N-360		360	69,8	240
NG-240		240	52,3	180
NG-360		360	69,8	240

Oznaczenia obiektów: N – tylko nawozy mineralne, NG – gnojówka i nawozy mineralne.

Explanations of objects: N – only mineral fertilisers, NG – liquid manure and mineral fertilisers.

Tabela 2. Dawki azotu zastosowane przed kolejnym odrostem, kg N·ha⁻¹**Table 2.** Nitrogen fertiliser rates applied before each regrowth, kg N·ha⁻¹

Odrost Regrowth	Obiekt nawozowy Fertilisation object				
	N-120	N-240	N-360	NG-240	NG-360
I	40	80	120	80	120
II	30	60	90	60	90
III	30	60	90	60	90
IV	20	40	60	40	60

Oznaczenia obiektów, jak pod tab. 1. Descriptions of objects as in Tab. 1.

Łąkę, w celach doświadczalnych, zdrenowano na głębokość 180 cm. Ze względu na tak dużą głębokość drenowania stosowano nawodnienia deszczowniane w dawkach polewowych 20 mm, rocznie od 120 do 240 mm. Rocznie, w zależności od natężenia i rozkładów opadów, przesiąkało poza strefę korzeniową od 45 do 200 mm wody [SAPEK A., 1997]. Średnie stężenie N-NO₃ w wodzie do nawodnień wynosiło ok. 5 mg N·dm⁻³. Z mokrym opadem atmosferycznym wnoszono rocznie od 13 do 25 kg N·ha⁻¹, głównie w postaci jonu amonowego [SAPEK, NAWALANY, BARSZCZEWSKI, 2003].

Próbki gleby spod roślinności pobierano wiosną przed ruszeniem wegetacji i tuż po zebraniu kolejnych odrostów. Próbki z warstwy 0–10 cm pobierano w czterech powtórzeniach z każdego poletka. Analizowano średnie próbki z każdego poletka.

Wydajność mineralizacji badano metodą inkubacji *in situ*, polegającej na oznaczaniu zawartości azotu mineralnego (N-NO³ + N-NH⁴) w próbkach gleby z rurek plastikowych umieszczonych w trzech powtórzeniach na każdym poletku obiektu nawozowego [ADAMS i in., 1989; RAISON, CONNEL, KHANNA, 1987]. Rurki plastikowe, o średnicy wewnętrznej 28,0 mm, wciskano w glebę do głębokości 10 cm i przykrywano wieczkiem perforowanym na bocznej ścianie, o średnicy wewnętrznej 32,0 mm. Rurki, po trzy na każdym poletku, umieszczano w glebie wiosną przed ruszeniem wegetacji oraz po każdym koszeniu, lecz przed zastosowaniem nawozów, oraz po zakończonej wegetacji – wtedy pozostawiano je w glebie na okres zimy. Rurki wyjmowano z gleby tuż przed kolejnym koszeniem oraz przed rozpoczęciem wegetacji. Próbkę gleby po wyciśnięciu z rurki mieszano i odmierzano objętościowo 25 cm³ w specjalnym aparacie [Patent nr P 190846, 2006], stosując nacisk równy 1,3 MPa. Wyciąg z gleby sporządzano za pomocą 1% roztworu K₂SO₄ w stosunku objętościowym 1:4. Wyniki z trzech oznaczeń traktowano, w dalszych obliczeniach, jako średnie z poletka.

Równoległe, w tych samych terminach, pobierano próbkę gleby spod roślinności, także z warstwy 0–10 cm. Po wymieszaniu postępowano z nią w taki sam sposób, jak opisano powyżej. Ilość uwolnionego w glebie azotu mineralnego (N_{min}) obliczano na podstawie różnicy między zawartością N_{min} w próbkach z inkubacji

in situ pobranych po koszeniu (*a*) i w próbkach spod roślinności pobranych przed koszeniem (*b*) ($\Delta = a - b$). Wielkość tę przyjęto w pracy jako różnicową wydajność mineralizacji (RWM). Dobową wartość RWM obliczano, dzieląc otrzymaną wartość RWM przez liczbę dni inkubowania.

Przedstawione dane pochodzą z okresu od 1 stycznia 1995 r. do 31 grudnia 2003 r.

Objęściowe odmierzenie próbek gleby niezależnie pomiar od gęstości gleby, wykazującej dużą zmienność na użytkach zielonych, a równocześnie obrazuje zawartość N_{min} w warstwie gleby 0–10 cm w przeliczeniu na hektar – 1 mg $N_{min} \cdot dm^{-3}$ odpowiada 1 kg $N_{min} \cdot ha^{-1}$ w 10-centymetrowej warstwie gleby.

Próbki roślinności z kolejnych odrostów pobierano osobno z każdego poletka i oznaczano w nich zawartość azotu całkowitego. Pobranie azotu obliczono na podstawie danych z każdego poletka, obejmujących plon suchej masy i całkowitą zawartość azotu w zebranych roślinach.

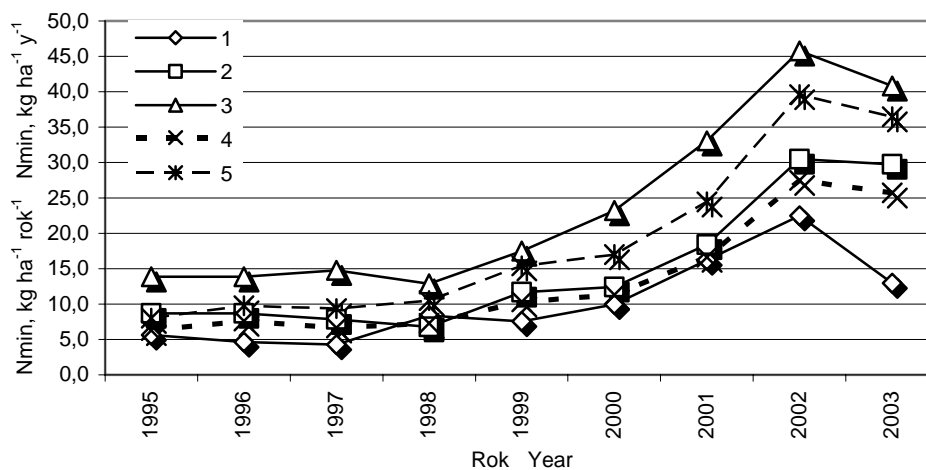
Do oznaczania azotu azotanowego stosowano autoanalyzer przepływowy. Azotany oznaczano kolorymetrycznie z N-1-naftyloetylenodwuaminą, a amon – kolorymetrycznie z salicylanem sodu, zgodnie z metodyką podaną przez producenta urządzenia [Scalar, 2002]. W sumie przeanalizowano 900 próbek gleby pobranych spod roślinności i 2700 próbek z inkubacji *in situ*.

Z obiektów N-120 i N-240 wynoszono z plonem suchej masy na ogół więcej azotu niż wnoszono go z nawozami. Tylko na obiekcie N-360 wynoszenie to było mniejsze [SAPEK, 1997]. Wymywanie $N-NO_3$ z obiektów N-120, N-240 i N-360 wynosiło odpowiednio 2,7–18,1; 8,1–33,8 i 6,5–47,5 kg $N \cdot ha^{-1}$ rocznie. Symulowane straty azotu w wyniku denitryfikacji były na podobnym poziomie [SAPEK, 1997].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

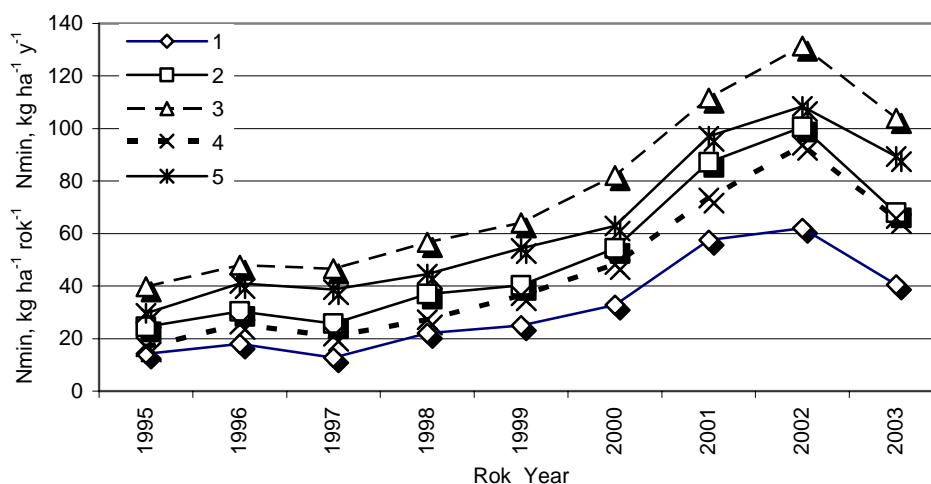
Zawartość N_{min} w próbkach gleby, zarówno spod roślinności, jak i inkubowanej *in situ*, zwiększała się w kolejnych latach i była bardzo duża, począwszy od 2001 r. (rys. 1, 2). Roczne sumy RWM wynosiły od ok. 50 do 300 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ (rys. 3.). Zwiększały się one proporcjonalnie do stosowanych dawek, lecz były mniejsze na obiektach nawożonych gnojówką.

Największy udział w N_{min} miały azotany, stanowiące przeciętnie 85% całości, zarówno w próbkach spod roślinności, jak i po inkubacji *in situ*. Rok doświadczenia oraz poziom i postać nawozu nie miały wpływu na udział azotanów. Nie stwierdzono zależności między zawartością $N-NO_3$ i $N-NH_4$ w obydwóch rodzajach próbek. Stwierdzono istotną zależność między zawartością N_{min} w próbkach spod roślinności i po inkubacji, lecz wartość współczynnika korelacji nie przewyższała 0,45 na żadnym obiekcie, gdy $n = 200$.



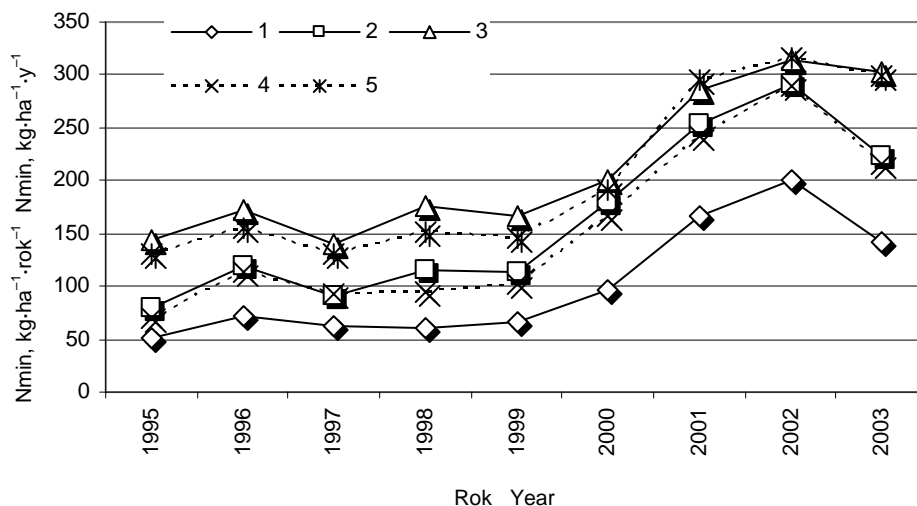
Rys. 1. Zawartość azotu mineralnego (Nmin) w warstwie gleby 0–10 cm spod roślinności; średnie roczne z wszystkich odrostów w latach 1995–2003; 1 – N-120, 2 – N-240, 3 – N-360, 4 – NG-240, 5 – NG-360; oznaczenia obiektów: N – nawożenie tylko mineralne, NG – gnojówka i nawozy mineralne

Fig. 1. Mineral nitrogen (Nmin) content in soil layer 0–10 cm under sward; annual means for all sampling dates in 1995–2003; 1 – N-120, 2 – N-240, 3 – N-360, 4 – NG-240, 5 – NG-360; descriptions of objects: N – only mineral fertiliser, NG – liquid manure and mineral fertilisers



Rys. 2. Zawartość azotu mineralnego (Nmin) w warstwie gleby 0–10 cm inkubowanej *in situ*; średnie roczne z wszystkich odrostów w latach 1995–2003; obiekty nawozowe, jak na rysunku 1.

Fig. 2. Mineral nitrogen (Nmin) content in soil layer 0–10 cm incubated *in situ*; annual means for all sampling dates in 1995–2003; objects as in Fig. 1

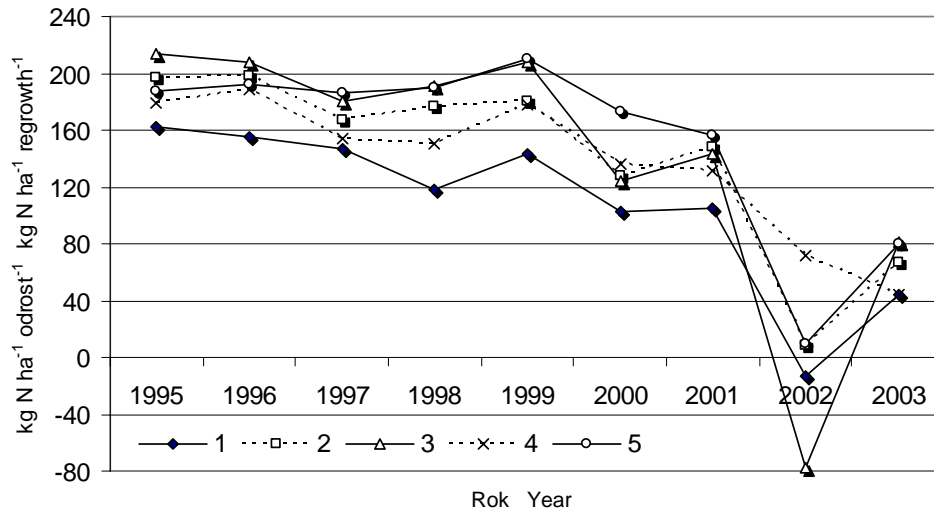


Rys. 3. Różnicowa wydajność mineralizacji azotu (RWM) na poszczególnych obiektach nawozowych; średnie roczne z wszystkich odrostów w latach 1995–2003; obiekty nawozowe jak na rysunku 1.

Fig. 3. Differential efficiency of nitrogen mineralization in subsequent fertilisation objects; annual means for all sampling dates in 1995–2003; fertilisation objects as in Fig. 1

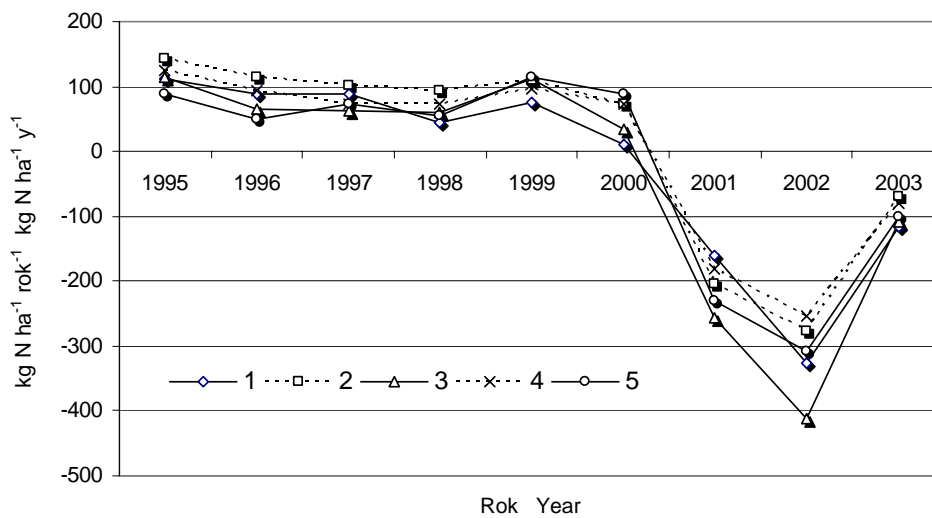
Wydzielono dwa okresy, różniące się dobowymi wartościami RWM. Pierwszy z przeciętną wydajnością mineralizacji (1995–1999) oraz drugi z wyraźnie większą (2000–2003). W obydwóch okresach najmniejsze dobowe RWM obserwowano po sezonie wegetacyjnym i przed nim, największe natomiast – w czasie odrostów wiosennych i wyraźnie mniejsze w czasie odrostów letnich (tab. 3). Omawiana wydajność była proporcjonalna do dawek azotu i osiągała nawet $2 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$. Nie obserwowano różnic dobowej RWM w próbkach z obiektów N-120, N-240 i NG-240, większe natomiast stwierdzano na obiektach nawożonych $360 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Ilość Nmin zawarta w warstwie gleby 0–10 cm spod roślinności stanowiła tylko niewielką część azotu pobranego z plonem zarówno w pierwszym odroście (rys. 4), jak i w pozostałych. Różnica ta zmniejszała się, począwszy od 2000 r., by w 2002 r. osiągnąć wartości ujemne wraz z największymi zawartościami Nmin w glebie. Również roczna suma RWM była mniejsza od ilości azotu pobranego z rocznym plonem, lecz tylko do 2000 r., od 2001 r. była ona większa na wszystkich obiektach. W 2002 r. różnica między omawianymi wielkościami przekraczała $250 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ na wszystkich obiektach (rys. 5).



Rys. 4. Średnia różnica między pobraniem azotu z plonem pierwszego odrostu a zawartością Nmin po koszeniu w warstwie gleby w 0–10 cm spod roślinności na obiektach nawozowych w kolejnych latach; obiekty nawozowe, jak na rysunku 1.

Fig. 4. Mean difference between nitrogen uptake by yield of the first harvest and the content of Nmin after cut in soil layer 0–10 cm under sward in fertilisation objects in the subsequent years; fertilisation objects as in Fig. 1



Rys. 5. Różnica między pobraniem azotu z rocznym plonem a roczną sumą RWM na obiektach nawozowych w kolejnych latach; obiekty nawozowe, jak na rysunku 1.

Fig. 5. Mean difference between the annual nitrogen uptake by yield and the annual sum of differential efficiency of nitrogen mineralization (RWM) in fertilisation objects in subsequent years; fertilisation objects as in Fig. 1

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Przeciętna zawartość N_{min} w glebie spod roślinności do 2000 r. była stosunkowo mała i nie przekraczała na ogół 10 kg N_{min}·ha⁻¹ w warstwie gleby 0–10 cm. Od 2000 r. obserwowano istotne zwiększanie się tej zawartości (rys. 1). Zawartość N_{min} w glebie inkubowanej *in situ* była od około trzech do pięciu razy większa niż w glebie spod roślinności i począwszy od 2000 r. również obserwowano wyraźne zwiększanie się tej zawartości (rys. 2). Wydaje się, iż przyczyn zwiększania się zawartości N_{min} w badanych glebach nie można doszukiwać się wyłącznie w zjawiskach meteorologicznych, takich jak wyższa przeciętna temperatura lub mniejsze opady w sezonie wegetacyjnym. Być może są to jakieś zjawiska towarzyszące zmianom klimatycznym.

Zawartość N_{min} stwierdzana w korzeniowej warstwie gleby przed ruszeniem vegetacji jest jego pozostałością, której rośliny nie pobrały w czasie ostatniego odrostu, niewymyta do wody gruntowej w okresie jesienno-zimowym ani straconą w wyniku denitryfikacji. Zawartość N_{min} stwierdzana w glebie spod roślinności odpowiadała po kolejnych odrostach jego ilości pozostającej w równowadze w danych warunkach w układzie gleba–rosnące rośliny. Zawartość ta była przeciętnie znacznie mniejsza od ilości azotu pobieranego z plonem, z wyjątkiem 2002 r. Świadczy to o skutecznym wykorzystaniu N_{min} przez rośliny w warunkach dobrego uwilgotnienia nawadnianej gleby. Azot ten nie mógł być w większych ilościach wymywany do wody gruntowej, gdyż różnice zawartości N_{min} wiosną i jesienią były niewielkie, a ewentualne straty były uzupełniane produktami mineralizacji przebiegającej w sezonie jesienno-zimowym w spowolnionym tempie.

Przyjmuje się, że zawartość N_{min} oznaczona w próbkach inkubowanych *in situ* odpowiada ilości azotu, która w czasie objętym obserwacjami uległa w glebie mineralizacji, lecz nie została pobrana przez rośliny. Ilość tę, pomniejszoną o zawartość znajdującą się w glebie pod roślinnością (RWM), można uznać za ilość N_{min} dostępnego dla roślin w całym sezonie wegetacyjnym i w czasie kolejnych odrostów.

Obserwowana w latach 2001–2003 nasilona mineralizacja azotu w badanej glebie utrudnia jednoznaczną interpretację zależności między mineralizacją azotu glebowego a jego pobraniem z plonem. W latach 1995–2000 roczna wartość RWM była bliska zastosowanej dawce azotu na obiekcie N-120, około dwukrotnie mniejsza niż na obiektach N-240 i NG-240 oraz około trzykrotnie mniejsza niż na obiektach N-360 i NG-360. W latach 2001 i 2003 RWM niewiele różniła się od ilości azotu pobranej z plonem, a w 2002 r. była znacznie większa. Po wyłączeniu anomalnych lat 2001–2003 RWM była proporcjonalna do dawek azotu stosowanych na poszczególnych obiektach, co świadczy, że wydajność mineralizacji *in situ* zależy od poziomu nawożenia azotem.

Obserwowane dobowe wartości RWM wskazują, że mineralizacja azotu na łące nawadnianej jest najbardziej intensywna w czerwcu i lipcu, a stosowanie nawo-

zu naturalnego (gnojówki) miało raczej ujemny wpływ mineralizację. Podobną zależność wydajności mineralizacji stwierdzono w badaniach tego procesu na łące trwałej w warunkach opadowej gospodarki wodnej [SAPEK B., 2006].

WNIOSKI

1. W latach 2001–2003 obserwowano nasiloną mineralizację azotu w badanej glebie; była ona około dwa razy większa niż w poprzednim okresie (1995–1999).

2. Mineralizacja azotu w glebie pod roślinnością i w inkubowanej *in situ* była proporcjonalna do stosowanych dawek nawozów azotowych. Stosowanie gnojówki nie stymulowało mineralizacji.

3. Z plonem roślin pobierano więcej azotu niż wynosiła różnicowa wydajność mineralizacji. Prawidłowość ta uległa zakłóceniu w latach 2001–2003.

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) s. 423–429.
- GOTKIEWICZ J., 1974. Zastosowanie metody inkubowania próbek o zachowanej strukturze do badań nad mineralizacją azotu w glebach torfowych. *Rocz. Nauk Rol. Ser. F t. 78 z. 4 s. 25–34.*
- Patent nr 190846, 2006. Aparat do objętościowego odmierzenia świeżej masy próbek gleby.
- 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) s. 521–530.
- SAPEK A., 1997. Nitrogen balances in permanent grassland. W: *Gaseous nitrogen emissions from grasslands.* Pr. zbior. Red. S.C. Jarvis, B.F. Pain. Wallingford: CAB International, s. 391–396.
- SAPEK A., 2000. Sezonowe zmiany zawartości azotu azotanowego w glebie łąki trwałej deszczowanej w latach 1987–1998. *Wiad. IMUZ t. 21 z. 1 s. 9–19.*
- SAPEK A., SAPEK B., BARSZCZEWSKI J., 2002. Mineralizacja azotu w glebie łąki trwałej deszczowanej. *Nawozy Nawożenie s. 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 Środ. Obsz. Wiej. t. 3(6) z. specj. s. 69–78.*
- SAPEK B., SAPEK A., 1993. Wpływ wapnowania na zawartość azotu mineralnego w glebie łąkowej. W: *Problemy wapnowania użytków zielonych.* Semin. Nauk. Falenty, 11-13 maja 1993. Mater. Semin. 32. Falenty: IMUZ s. 74–79.
- SAPEK B., 1995. Mineralizacja azotu w glebie łąki trwałej w zależności od odczynu i nawożenia azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 421a s. 323–330.*
- SAPEK B., 1999. Ocena dynamiki mineralizacji związków azotu metodą inkubacji *in situ* i jego bilans w mineralnej glebie łąkowej. *Wiad. IMUZ t. 20 z. 1 s. 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.* Pr. zbior. Red. O. Oenema, A. Sapek. Falenty: IMUZ s. 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. Roczn. Gleb. t. 55 nr 1 s. 215–228.
- SAPEK B., KALIŃSKA D., 2004. Mineralizacja organicznych związków azotu w glebie w świetle długoletnich doświadczeń łąkowych IMUZ. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 4 z. 1 (10) s. 183–200.
- SAPEK B., 2006. Wpływ opadu atmosferycznego i temperatury oraz uwilgotnienia gleby łąkowej na uwalnianie i dynamikę mineralnych form azotu. Woda Środ. Obsz. Wiej. w niniejszym zeszycie s. 29–38.
- Skalar flow access, 2002. User manual. Skalar Analytical BV.

Andrzej SAPEK

THE INTENSITY OF NITROGEN MINERALIZATION IN SOIL OF A PERMANENT SPRINKLED MEADOW

Key words: nitrogen, soil, mineralization, fertilisation, grasslands

S u m m a r y

The content of mineral nitrogen was analysed in soil samples from under vegetation and *in situ* incubated from an experiment situated in a permanent meadow sprinkled and fertilised with various doses of organic and mineral fertilisers. Studies were carried out in the years 1995–2003. In the years 2001–2003 the content of mineral N in both types of samples was almost two times higher than before. Mineralization of nitrogen in soil from under vegetation and *in situ* incubated was proportional to the doses of nitrogen fertilisers over the whole study period. Slurry application did not increase the content of mineral N in soil. Nitrogen pool removed in plant crops was larger than the differential efficiency of mineralization. This regularity was disrupted in the years 2001–2003.

Praca wpłynęła do Redakcji 22.07.2005 r.

Tabela 3. Dobowa różnicowa wydajność mineralizacji RWM w okresie jesienno-zimowym przed ruszeniem wegetacji i w kolejnych odrostach (kg Nmin·ha⁻¹·d⁻¹), średnie z lat 1995–2000 i 2001–2003

Table 3. Daily differential mineralization efficiency in the period autumn-winter before vegetation season and after subsequent regrowth (kg Nmin·ha⁻¹ d⁻¹), means for 1995–2000 and 2001–2003

Odrost Regrowth	RWM Daily differential mineralization efficiency									
	1995–2000					2001–2003				
	N-120	N-240	N-360	NG-240	NG-360	N-120	N-240	N-360	NG-240	NG-360
Poza sezonem wegetacyjnym Outside vegetation season	0,06	0,07	0,11	0,07	0,11	0,27	0,25	0,30	0,25	0,30
I	0,35	0,31	0,46	0,38	0,47	1,79	1,97	1,98	1,79	2,03
II	0,42	0,47	0,72	0,44	0,70	1,52	1,62	1,90	1,49	1,60
III	0,25	0,25	0,46	0,31	0,46	0,69	0,69	1,02	0,72	0,82
IV	0,20	0,20	0,34	0,21	0,33	0,40	0,44	0,63	0,55	0,75

Oznaczenia obiektów, jak pod tabelą 1. Descriptions of objects as in Tab. 1.