

# ZAWARTOŚĆ MINERALNYCH FORM AZOTU W DŁUGOTRWALE ODWODNIONEJ PŁYTKIEJ GLEBIE TORFOWO-MURSZOWEJ I MINERALNO-MURSZOWEJ

**Janusz TURBIAK, Zygmunt MIATKOWSKI**

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

*Słowa kluczowe: azot amonowy, azot azotanowy, azot mineralny, gleba organiczna, wymywanie związków azotu*

## Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące zawartości mineralnych form azotu w głęboko odwodnionych płytkich glebach organicznych po około 20 latach od momentu obniżenia poziomu wody gruntowej. Podjęto też próbę oszacowania ubytków azotu mineralnego w wyniku wymywania w okresie jesienno-zimowym.

Średnia w wieloleciu zawartość N-NH<sub>4</sub> w poszczególnych warstwach i terminach kształtowała się w zakresie od 6,0 do 8,4 mg·dm<sup>-3</sup>, natomiast średnia zawartość N-NO<sub>3</sub> – od 3,3 do 13,2 mg·dm<sup>-3</sup> gleby. W glebie torfowo-murszowej ubytki azotu mineralnego w wyniku wymywania w okresie jesienno-zimowym 2000/2001 wyniosły około 80 kg·ha<sup>-1</sup>.

## WSTĘP

Głębokość i intensywność procesu mineralizacji masy organicznej jest bezpośrednio związana z poziomem wody gruntowej. W warunkach wysokiego poziomu wody gruntowej miąższość warstwy organicznej, w której intensywnie zachodzą procesy mineralizacji, odpowiada w przybliżeniu głębokości systemów korzeniowych roślinności łąkowej. W tych warunkach składniki nawozowe, które uwalniają się w procesach mineralizacji masy organicznej, mogą być efektywnie pobierane

---

Adres do korespondencji: dr inż. J. Turbiak, Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy IMUZ, al. Ossolińskich 12, 85-093 Bydgoszcz; tel. +48 (52) 322 56 82, e-mail: imuzbyd@by.onet.pl

przez rośliny. W glebach organicznych użytkowanych łąkowo, w warunkach zasilania gruntowego, w ciągu roku uwalnia się od kilkudziesięciu do około 460 kg N·ha<sup>-1</sup> [FRĄCKOWIAK, 1995; GOTKIEWICZ, 1987].

Nadmierne obniżenie zwierciadła wody gruntowej zwiększa intensywność procesów mineralizacji, a także miąższość warstwy, w której zachodzą te procesy. W takich warunkach uwalnia się ilość azotu mineralnego przekraczająca zapotrzebowanie roślin – jego nadmiar jest wymywany z gleby i ulega rozproszeniu w środowisku. Szczególnie duża ilość azotu mineralnego uwalnia się w siedliskach, w których warstwa organiczna została całkowicie pozbawiona zasilania wodą gruntową. Takie warunki występują na obszarze oddziaływania leja depresji wód gruntowych powstałego w wyniku odwadniania Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”. Stwierdzono, że w trwale odwodnionych, średnio głębokich glebach torfowo-murszowych wytworzonych z torfu olesowego uwalniało się od 800 do 960 kg·ha<sup>-1</sup> azotu azotanowego, a maksymalnie nawet 1130 kg·ha<sup>-1</sup> [FRĄCKOWIAK, 1995].

W badaniach chwilowej zawartości N-NO<sub>3</sub> SAPEK, SAPEK i GAWLIK [1990] stwierdzili, że średnia zawartość tej formy azotu w profilu gleby torfowo-murszowej miąższości jednego metra wynosiła 400 kg·ha<sup>-1</sup>, a sporadycznie dochodziła nawet do 800 kg·ha<sup>-1</sup>. Podobne wartości uzyskali SCHEFFER i BARTELS [1992], którzy w warstwie miąższości 60 cm określili zawartość N-NO<sub>3</sub> na 500 kg·ha<sup>-1</sup> oraz BIENIEK [1995], który określił średnie zapasy azotu mineralnego w złożu torfu miąższości 140 cm na 458 kg·ha<sup>-1</sup>.

Celem wykonanych badań było określenie zawartości mineralnych form azotu w długotrwale przesuszonej płytkiej glebie torfowo-murszowej i mineralno-murszowej oraz ocena wielkości emisji tego pierwiastka do środowiska.

## METODY BADAŃ

Badania prowadzono na dwóch obiektach położonych w zasięgu leja depresji wód gruntowych. Na obydwóch obiektach próby pobierano trzykrotnie w okresie wegetacyjnym – pod koniec maja, w połowie lipca i we wrześniu. Na obiekcie Rogowiec próby pobierano z trzech warstw: 0–10, 10–20 i 30–40 cm, natomiast na obiekcie Borowa z jednej – 5–15 cm.

Po pobraniu prób oznaczano w nich chwilową zawartość azotu mineralnego na podstawie oznaczeń zawartości azotu azotanowego (N-NO<sub>3</sub>) i azotu amonowego (N-NH<sub>4</sub>). Zawartość N-NO<sub>3</sub> oznaczano kolorymetrycznie z kwasem fenyldwusulfonowym w wyciągu wodnym w latach 1993–2001, natomiast N-NH<sub>4</sub> – metodą destylacyjną wg WARINGA-BREMNERA [1964] w latach 1995–2001. Ponadto w próbach oznaczano zawartość suchej masy, popielność, pH<sub>KCl</sub> oraz zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla.

W celu wyrażenia zawartości azotu mineralnego w jednostkach objętości oznaczano gęstość objętościową gleby, pobierając próby do cylinderków o objętości 100 cm<sup>3</sup> w czterech powtórzeniach w kolejnych warstwach miąższości 10 cm.

W latach 1996–1999 oraz w 2001 r. oznaczono także zawartość N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub> przed rozpoczęciem okresu wegetacyjnego.

W 2000 r. na obiekcie Rogowiec rozpoczęto oznaczanie mineralizacji organicznych związków azotu w okresie pozawegetacyjnym (od końca września do początku kwietnia) oraz rzeczywistych strat azotu mineralnego w tym okresie. Mineralizację organicznych związków azotu określono jednorazowo w warunkach polowych na podstawie przyrostów jego zawartości w warstwie organicznej izolowanej od opadów i korzeni roślin. Glebę izolowano ekranem foliowym zakopywanym bezpośrednio pod warstwą darni. Miarą strat azotu w tym okresie była stwierdzona na początku kwietnia różnica zawartości mineralnych związków azotu w warstwie organicznej zabezpieczonej przed wymywaniem i odkrytej.

## WYNIKI BADAŃ

### CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW BADAWCZYCH

Obiekt Rogowiec jest położony przy północnej krawędzi odkrywki Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”. Na obiekcie występowały płytkie gleby torfowo-murszowe wytworzone z torfu turzycowiskowego (MtIII). Odwodnienie terenu nastąpiło w 1979 r. Miąższość warstwy organicznej w momencie rozpoczęcia badań (1993 r.) wynosiła około 45 cm. Budowa profilu tej gleby była następująca:

- 0–10 cm – mursz właściwy, rozpylony, barwy brunatnoczarnej;
- 10–40 cm – mursz właściwy, ziarnisty, barwy brunatnoczarnej;
- 40–45 cm – mursz torfiasty, barwy brunatnej.
- >45 cm – piasek luźny, barwy jasnoszarej.

Obiekt Borowa znajduje się w odległości 6 km od krawędzi odkrywki, w kierunku południowo-wschodnim. Na tym obiekcie w chwili rozpoczęcia badań występowały gleby mineralno-murszowe wytworzone z torfu olesowego (Mr), o następującej budowie profilu:

- 0–20 cm – mursz właściwy o strukturze drobnoziarnistej lub rozpylonej, brunatny;
- 20–25 cm – warstwa utworu ilasto-mułowego o strukturze luźnoagregatowej;
- >25 cm – piasek luźny, średnioziarnisty, białawy.

Podstawowe właściwości gleb z obydwóch obiektów przedstawiono w tabeli 1.

W okresie badań oba obiekty były użytkowane ekstensywnie (bez nawożenia mineralnego) jako trwałe użytki zielone.

**Tabela 1.** Podstawowe właściwości gleb oraz zawartość azotu ogólnego, średnie z lat 1993–2001**Table 1.** Basic properties of soils and total nitrogen content, means from the years 1993–2001

Warstwa Layer cm	Zawartość masy organicznej Organic matter content %		Gęstość objętościowa Bulk density Mg·m <sup>-3</sup>		pH <sub>KCl</sub>		Zawartość azotu ogólnego Total nitrogen content %		
	$\bar{x}$	<i>SD</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	$\bar{x}$	zakres range	$\bar{x}$	<i>SD</i>	
<b>Płytką gleba torfowo-murszowa Shallow peat-moorsh soil</b>									
0–10	62,88	10,12	0,352	0,05	5,2	4,5–5,5	1,80	0,16	
10–20	70,58	5,98	0,319	0,02	5,5	4,7–6,1	1,94	0,15	
30–40	77,41	3,72	0,293	0,01	5,2	4,8–5,8	2,04	0,12	
Średnio	70,29	5,37	0,322	0,02	5,4	4,5–6,1	1,93	0,14	
<b>Gleba mineralno-murszowa Mineral-moorsh soil</b>									
5–15	73,44	5,04	0,320	0,02	5,1	4,6–5,5	2,84	0,26	

Objaśnienia:  $\bar{x}$  – wartość średnia, *SD* – odchylenie standardowe.

Explanations:  $\bar{x}$  – mean value, *SD* – standard deviation.

Maksymalna pojemność wodna gleb na obydwóch obiektach była podobna i wynosiła około 81% obj. (tab. 2). Zawartość wody w glebie w momencie pobierania prób sporadycznie osiągała poziom wilgotności odpowiadający połowej pojemności wodnej. W większości wykonanych oznaczeń zawartość wody na obiekcie Rogowiec mieściła się w przedziale wody łatwo dostępnej, odpowiadającej potencjałowi pF = 2,2–2,7, natomiast na obiekcie Borowa w przedziale wody trudno dostępnej, odpowiadającej potencjałowi pF = 2,7–4,2.

**Tabela 2.** Maksymalna pojemność wodna oraz średnia w okresie badań wilgotność gleb, % obj.**Table 2.** Maximum water holding capacity and mean soil moisture in the study period, % vol.

Obiekt Site	Warstwa Layer cm	Maksymalna pojemność wodna Maximum water holding capacity	Wilgotność gleb w okresie wegetacyjnym Soil moisture during the growing season		
			wiosna spring	lato summer	jesień autumn
Rogowiec	0–10	80,6	35,76	38,10	41,27
	10–20	82,2	38,54	41,58	43,66
	30–40	81,3	41,69	45,44	46,00
Borowa	0–20	82,1	34,84	37,54	36,55

## ZAWARTOŚĆ AZOTU AMONOWEGO

W wyniku analizy wariancji nie stwierdzono istotnego wpływu głębokości położenia warstwy gleby i terminu pobrania prób na zawartość azotu amonowego na poziomie  $\alpha = 0,05$ . Zawartość tej formy azotu w obu glebach zmieniała się nieznacznie w ciągu okresu wegetacyjnego. Średnia z wielolecia zawartość  $N-NH_4$  w poszczególnych terminach pobierania prób i warstwach mieściła się w granicach od 5,9 do 8,4  $mg \cdot dm^{-3}$  (tab. 3).

**Tabela 3.** Zawartość azotu amonowego ( $mg \cdot dm^{-3}$ ), średnie z lat 1995–2001

**Table 3.** Ammonium nitrogen concentrations ( $mg \cdot dm^{-3}$ ), means from the years 1995–2001

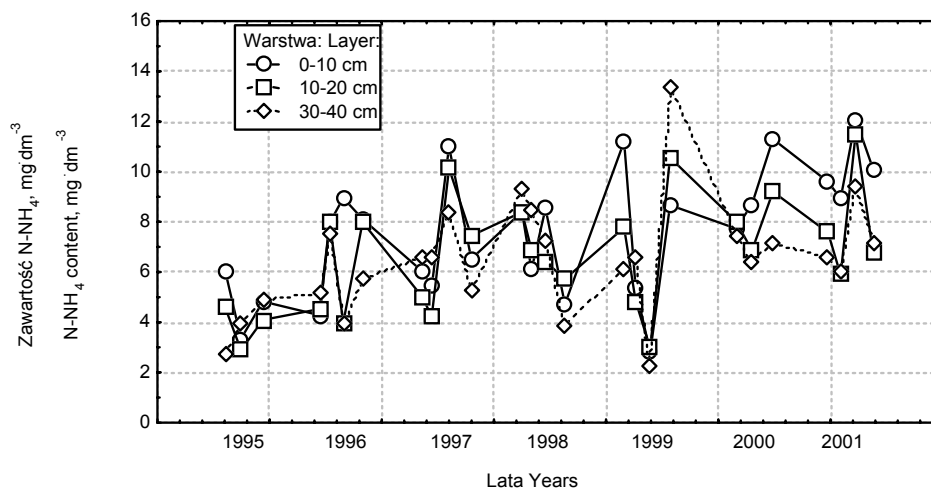
Warstwa Layer cm	Zawartość $N-NH_4$ $N-NH_4$ content								
	przed rozpoczęciem okresu wegetacji before the growing season		w okresie wegetacyjnym in the growing season						średnio mean
			maj May		lipiec July		wrzesień September		
	$\bar{x}$	$SD$	$\bar{x}$	$SD$	$\bar{x}$	$SD$	$\bar{x}$	$SD$	
<b>Płytką gleba torfowo-murszowa</b> <b>Shallow peat-moorsh soil</b>									
0–10	8,16	3,01	6,79	1,40	8,40	3,94	7,75	2,53	7,78
10–20	6,67	1,76	6,07	1,59	6,40	3,42	7,40	2,15	6,63
30–40	6,90	1,53	6,46	1,82	5,94	2,65	6,76	3,14	6,51
<b>Gleba mineralno-murszowa</b> <b>Mineral-moorsh soil</b>									
5–15	6,42	1,85	7,24	2,36	6,76	1,95	6,67	3,21	6,77

Objaśnienia:  $\bar{x}$  – wartość średnia,  $SD$  – odchylenie standardowe.

Explanations:  $\bar{x}$  – mean value,  $SD$  – standard deviation.

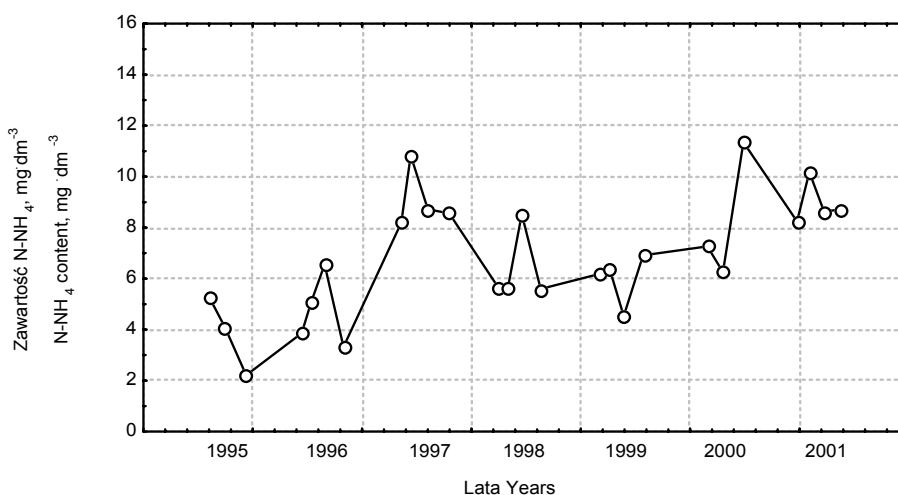
Minimalna i maksymalna zawartość azotu amonowego w glebie torfowo-murszowej wynosiła od 2,1 do 13,4  $mg \cdot dm^{-3}$  (rys. 1), natomiast w glebie mineralno-murszowej od 2,2 do 11,4  $mg \cdot dm^{-3}$  (rys. 2). W glebie torfowo-murszowej minimalną zawartość tej formy azotu stwierdzono w okresie występowania największych niedoborów opadów – w lipcu 1999 r. (rys. 1).

Zawartość  $N-NH_4$  oznaczona w głęboko odwodnionych glebach organicznych nie różniła się znacząco od zawartości tej formy azotu w glebach torfowo-murszowych (Mt) stwierdzonej przez innych autorów. Według GOTKIEWICZA [1983] zawartość  $N-NH_4$  w glebach torfowo-murszowych silnie zmurszałych (MtIII) mieściła się w zakresie od 7,0 do 10,0  $mg \cdot dm^{-3}$ , a w słabo zmurszałych (MtI) i okresowo zabagnionych torfowo-bagiennych (Pt) wynosiła średnio 4,2–4,8  $mg \cdot dm^{-3}$ . Podobne wyniki w siedliskach z wodą gruntową uzyskał FRĄCKOWIAK [1980], który w węglanowych glebach torfowo-murszowych wytworzonych z torfu turzycowiskowego stwierdził średnio 3,0  $mg N-NH_4 \cdot dm^{-3}$ , oraz SAPEK i SAPEK [1995], którzy na trzech obiektach określili zawartość  $N-NH_4$  przed i po zakończeniu okresu wegetacyjnego na 0,3–10,8  $mg \cdot dm^{-3}$ .



Rys. 1. Zawartość azotu amonowego w płytkiej glebie torfowo-murszowej

Fig. 1. Ammonium nitrogen content in a shallow peat-moorsh soil



Rys. 2. Zawartość azotu amonowego w glebie mineralno-murszowej (warstwa 5–15 cm)

Fig. 2. Ammonium nitrogen content in a mineral-moorsh soil (layer 5–15 cm)

### ZAWARTOŚĆ AZOTU AZOTANOWEGO

Na podstawie analizy wariancji wykazano istotny wpływ głębokości położenia warstwy na zawartość azotu azotanowego w płytkiej glebie torfowo-murszowej, natomiast wpływ terminu pobrania prób w obydwóch typach gleb był nieistotny.

W glebie torfowo-murszowej najmniejszą średnią zawartość N-NO<sub>3</sub> stwierdzono w warstwie powierzchniowej 0–10 cm (tab. 4). Była ona w tej warstwie istotnie mniejsza niż w warstwie spągowej 30–40 cm. Na podstawie wcześniejszych badań mineralizacji organicznych związków azotu wykazano, że przyrosty zawartości N-NO<sub>3</sub> określane po inkubacji gleby w termostacie w warstwie powierzchniowej 0–10 cm były prawie dwukrotnie większe niż w warstwie spągowej 30–40 cm [TURBIAK, CIEŚLIŃSKI, MIATKOWSKI, 2001]. Wynika z tego, że azot azotanowy powstający w warstwie powierzchniowej był bardzo intensywnie pobierany przez rośliny lub wymywany w głąb profilu. W spągu warstwy organicznej dochodziło do okresowej akumulacji tej formy azotu, przypuszczalnie na skutek jego wymywania z wierzchniej warstwy gleby.

**Tabela 4.** Zawartość azotu azotanowego (mg·dm<sup>-3</sup>), średnie z lat 1993–2001

**Table 4.** Nitrate nitrogen concentrations (mg·dm<sup>-3</sup>), means from the years 1993–2001

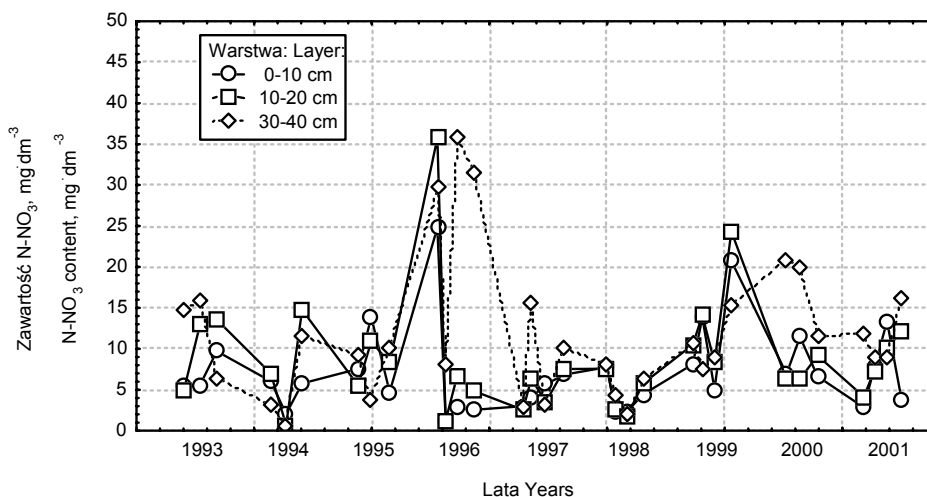
Warstwa Layer cm	Zawartość N-NO <sub>3</sub> N-NO <sub>3</sub> content								
	przed rozpoczęciem okresu wegetacji before the growing season		w okresie wegetacji in the growing season						średnio mean
			maj May		lipiec July		wrzesień September		
	$\bar{x}$	<i>SD</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	
<b>Płytką gleba torfowo-murszowa</b>					<b>Shallow peat-moorsh soil</b>				
0–10	5,43	2,90	6,13	3,65	6,92	4,72	7,25	5,47	6,77
10–20	6,19	3,55	6,15	3,59	6,82	4,21	11,15	5,99	8,04
30–40	8,35	3,98	10,31	5,70	11,08	11,35	13,22	7,64	11,54
<b>Gleba mineralno-murszowa</b>					<b>Mineral-moorsh soil</b>				
5–15	3,27	1,70	5,05	3,15	7,26	5,67	10,51	13,47	7,61

Objaśnienia:  $\bar{x}$  – wartość średnia, *SD* – odchylenie standardowe.

Explanations:  $\bar{x}$  – mean value, *SD* – standard deviation.

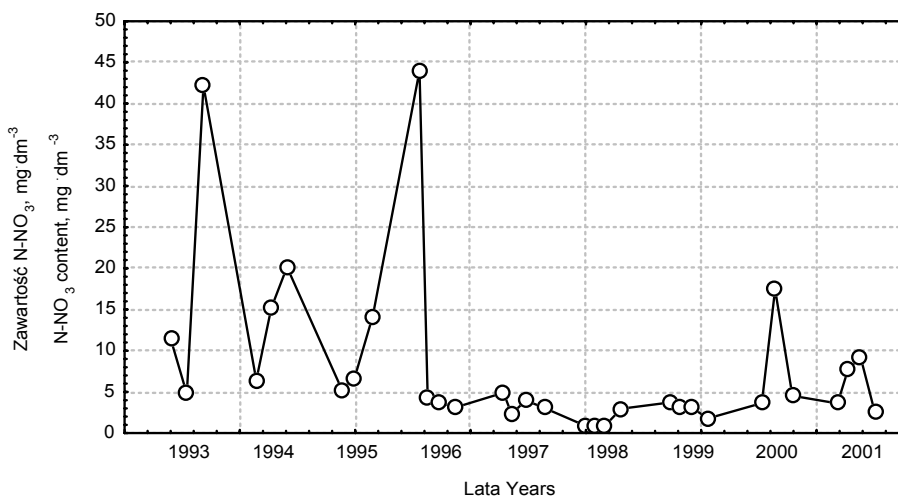
Chwilowa zawartość N-NO<sub>3</sub> zmieniała się znacznie w ciągu sezonu i w wieloletniu. W płytkiej glebie torfowo-murszowej chwilowa zawartość N-NO<sub>3</sub> wynosiła od 0,69 do 35,89 mg·dm<sup>-3</sup> (rys. 3), natomiast w glebie mineralno-murszowej – od 0,87 do 44,0 mg·dm<sup>-3</sup> (rys. 4).

Porównując średnie z wieloletnia zawartości azotu azotanowego w różnych terminach pomiarów stwierdzono, że w obu glebach najmniejsza zawartość tej formy azotu wystąpiła wiosną, przed rozpoczęciem okresu wegetacyjnego, natomiast największa – w końcu okresu wegetacyjnego (tab. 4). Dużą chwilową zawartość N-NO<sub>3</sub> stwierdzono po zakończeniu wegetacji – w glebie torfowo-murszowej w 1999 r. – 20,1 mg·dm<sup>-3</sup>, natomiast w glebie mineralno-murszowej w 1993 r. – 42,2 mg·dm<sup>-3</sup>.



Rys. 3. Zawartość azotu azotanowego w płytkiej glebie torfowo-murszowej

Fig. 3. Nitrate nitrogen content in a shallow peat-moorsh soil



Rys. 4. Zawartość azotu azotanowego w glebie mineralno-murszowej (warstwa 5–15 cm)

Fig. 4. Nitrate nitrogen content in a mineral-moorsh soil (layer 5–15 cm)

Dużą zawartość tej formy azotu w glebie w końcu okresu wegetacyjnego można wyjaśnić mniejszym pobieraniem azotu przez rośliny w tym czasie i jednocześnie jeszcze dużym tempem mineralizacji. Potencjał nityfikacyjny na przełomie września i października wynosił około 50% przeciętnej wartości potencjału w okresie wegetacyjnym [TURBIAK, CIEŚLIŃSKI, MIATKOWSKI, 2001].



Maksymalną zawartość azotu azotanowego w obydwóch glebach stwierdzono w 1996 r. przed ruszeniem wegetacji. W glebie torfowo-murszowej zawartość tej formy azotu wyniosła  $35,7 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , a w mineralno-murszowej –  $44,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  (rys. 3). Odpowiadało to zawartości  $138 \text{ kg N-NO}_3\cdot\text{ha}^{-1}$  w warstwie organicznej miąższości 0-45 cm w pierwszym przypadku i  $110 \text{ kg N-NO}_3\cdot\text{ha}^{-1}$  w warstwie 0-25 cm – w drugim. Przyczyną tak dużej akumulacji N-NO<sub>3</sub> w tym okresie były niskie opady i brak lub bardzo małe wymywanie tego składnika w okresie jesienno-zimowym. Najmniejsze zawartości N-NO<sub>3</sub> stwierdzono w okresach występowania suszy glebowej.

Zawartość azotu azotanowego, jej zmiany sezonowe oraz rozmieszczenie tego składnika w profilu pionowym w badanych glebach (trwale odwodnionych) są zupełnie odmienne niż w glebach organicznych znajdujących się w siedliskach zasilanych wodą gruntową. W badanej glebie torfowo-murszowej największa zawartość tej formy azotu występowała w warstwie spągowej, natomiast w siedliskach z wysokim poziomem wody gruntowej – w warstwach powierzchniowych lub podpowierzchniowych. Zawartość ta zmniejszała się wraz z głębokością profilu [GOTKIEWICZ, 1983].

W płytkich glebach torfowo-murszowych i mineralno-murszowych długotrwałe pozbawionych zasilania wodą gruntową zawartość N-NO<sub>3</sub> mieściła się w przedziale oznaczeń uzyskanych w siedliskach z wodą gruntową. Jak wykazały badania GOTKIEWICZA [1987], w warunkach dużej wilgotności, zawartość tej formy azotu w glebie torfowo-murszowej, użytkowanej jako łąka, była mała ( $<10 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) i zmieniała się nieznacznie w okresie wegetacyjnym. Natomiast SAPEK i SAPEK [1995] w siedliskach z wodą gruntową stwierdzili znacznie większe chwilowe zawartości N-NO<sub>3</sub> przed i po zakończeniu okresu wegetacyjnego – wynosiły one średnio  $20,0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , a często przekraczały  $40 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

Zgodnie z wyceną zasobności gleb organicznych średnia sezonowa zawartość N-NO<sub>3</sub> w poszczególnych warstwach badanych gleb była mała lub średnia (tab. 5).

**Tabela 5.** Wycena zasobności gleb organicznych w N-NO<sub>3</sub> [GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ, 1991]

**Table 5.** Evaluation of N-NO<sub>3</sub> resources in organic soils [GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ, 1991]

Zawartość N-NO <sub>3</sub> , $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ gleby N-NO <sub>3</sub> content, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ of soil	Wycena zasobności Evaluation of resources
0-5	bardzo mała very low
5-10	mała low
10-20	średnia medium
20-40	duża high
>40	bardzo duża very high

## ZAWARTOŚĆ AZOTU MINERALNEGO

W glebie torfowo-murszowej o miąższości warstwy organicznej 45 cm średnia zawartość azotu mineralnego w wieloleciu wynosiła  $73,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , z czego azot azotanowy stanowił prawie 60% (tab. 6). W glebie mineralno-murszowej o miąższości warstwy organicznej 25 cm stwierdzono średnio w wieloleciu  $36,9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  azotu mineralnego, azot azotanowy stanowił w tym około 56% (tab. 6). Podkreślenia wymaga fakt, że są to ilości azotu uwolnione w procesach mineralizacji substancji organicznej. Obiekty badawcze były całkowicie wyłączone z nawożenia.

**Tabela 6.** Średnia roczna zawartość azotu mineralnego w okresie badań,  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

**Table 6.** Mean annual content of mineral nitrogen during the study period,  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

Warstwa Layer cm	Azot amonowy Ammonium nitrogen		Azot azotanowy Nitrate nitrogen		Azot mineralny Mineral nitrogen $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$
	$\bar{x}$	<i>SD</i>	$\bar{x}$	<i>SD</i>	
	<b>Gleba torfowo-murszowa Shallow peat-moorsh soil</b>				
0–10	7,54	2,59	7,16	5,34	14,70
10–25	9,46	3,37	13,02	10,33	22,48
25–45	12,40	4,49	23,41	16,90	35,81
0–45	29,40	9,32	43,59	26,20	72,99
<b>Gleba mineralno-murszowa Mineral-moorsh soil</b>					
0–25	16,36	5,72	20,50	25,87	36,86

Objaśnienia:  $\bar{x}$  – wartość średnia, *SD* – odchylenie standardowe.

Explanations:  $\bar{x}$  – mean value, *SD* – standard deviation.

Ze względu na małą miąższość oraz silną degradację fizyczną warstwy organicznej gleby, na których prowadzono badania, łatwo ulegają przemywaniu. Zawarty w tych glebach azot azotanowy po zakończeniu okresu wegetacyjnego nie jest już pobierany przez rośliny i może ulegać wymyciu z warstwy organicznej. Średnia w wieloleciu zawartość  $\text{N-NO}_3$  w glebie torfowo-murszowej na przełomie września i października wynosiła  $43,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a w mineralno-murszowej –  $26,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Rzeczywiste straty azotu azotanowego w okresie jesienno-zimowym mogły być jednak większe niż jego ilość stwierdzona w końcu okresu wegetacyjnego, ponieważ w okresie pozawegetacyjnym zachodzi jeszcze proces mineralizacji substancji organicznej.

W celu oznaczenia rzeczywistej mineralizacji masy organicznej oraz strat azotu w wyniku wymywania w okresie jesienno-zimowym w profilu gleby torfowo-murszowej założono ekran foliowy zabezpieczający glebę przed wymywaniem azotu mineralnego. Wstępne rezultaty tych badań w sezonie 2000/2001 zestawione w tabeli 7. świadczą, że w okresie pozawegetacyjnym uwolniło się ponad  $67 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$   $\text{N-NO}_3$ , a łączne straty tej formy azotu w tym okresie wynosiły  $77,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Jest to

**Tabela 7.** Ubytki azotu mineralnego w glebie torfowo-murszowej w wyniku wymywania w okresie jesienno-zimowym 2000/2001**Table 7.** Mineral nitrogen losses from the peat-moorsh soil due to leaching during the autumn-winter period of 2000/2001

Forma azotu Form of nitrogen	Warstwa Layer cm	Zawartość, kg·ha <sup>-1</sup> Content, kg·ha <sup>-1</sup>			Ubytki Losses kg·ha <sup>-1</sup>
		jesienią in autumn	wiosną spring		
			z ekranem with screen	bez ekranu without screen	
Amonowa	0–10	11,3	10,3	9,6	0,7
Ammonium	10–25	13,8	11,6	11,4	0,2
	25–45	14,2	14,7	10,7	4,0
	suma sum	39,3	36,6	31,7	4,9
Azotanowa	0–10	6,6	22,1	2,8	19,3
Nitrate	10–20	13,8	31,6	6,3	25,3
	30–40	22,9	56,9	24,2	32,7
	suma sum	43,3	110,6	33,3	77,3

znacząca ilość w porównaniu z ogólną ilością N-NO<sub>3</sub> – 332,6 kg·ha<sup>-1</sup> [TURBIAK, CIEŚLIŃSKI, MIATKOWSKI, 2001] – uwalnianą w tej glebie w okresie wegetacyjnym.

Na podstawie wyników oznaczeń rzeczywistej mineralizacji organicznych związków azotu można stwierdzić, że ubytki N-NO<sub>3</sub> w okresie jesienno-zimowym oceniane tylko na podstawie zawartości azotu po zakończeniu okresu wegetacyjnego i wiosną przed jego rozpoczęciem, bez uwzględniania mineralizacji masy organicznej w tym okresie, mogą być bardzo zaniżone.

Przedstawione wyniki mineralizacji organicznych związków azotu i potencjalnych ubytków azotu mineralnego w okresie jesienno-zimowym potwierdzają wspomnianą dużą zawartość azotu azotanowego stwierdzoną w kwietniu 1996 r. Świadczy to, że w warunkach sprzyjających procesowi mineralizacji w przesuszonych płytkich glebach organicznych w okresie pozawegetacyjnym następuje intensywna mineralizacja związków azotu, w wyniku której do środowiska może być emitowana znacząca ilość azotu mineralnego.

## WNIOSKI

1. W siedliskach pozbawionych zasilania wodą gruntową, w odróżnieniu od siedlisk z wysokim poziomem wody gruntowej, największa zawartość azotu mineralnego występowała w spągu warstwy organicznej.

2. W okresie wegetacyjnym średnia zawartość azotu mineralnego w płytkich przesuszonych glebach organicznych wynosiła od 14,4 do 18,1 mg·dm<sup>-3</sup>, w tym forma azotanowa stanowiła prawie 60%.

3. Zawartość azotu azotanowego w badanych glebach zmieniała się znacznie w ciągu okresu wegetacyjnego i w wieloleciu, natomiast zawartość azotu amonowego zmieniała się w bardzo niewielkim zakresie.

4. Straty N-NO<sub>3</sub> w profilu gleby torfowo-murszowej w okresie jesienno-zimowym 2000/2001 w wyniku wymywania wynosiły 77,3 kg·ha<sup>-1</sup>. Na podstawie wstępnych wyników badań można stwierdzić, że znaczącą część tych strat stanowi azot azotanowy uwolniony w procesach mineralizacji w okresie pozawegetacyjnym.

## LITERATURA

- BIENIEK B., 1995. Przesunięcie się strefy mineralizacji organicznej masy glebowej w głęboko odwodnionych glebach torfowych. W: Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Sesja naukowa z okazji jubileuszu 45-lecia działalności naukowej i 70. rocznicy urodzin prof. dra hab. Henryka Okruszko. Falenty 6-7 XI 1995 r. Mater. Semin. 34. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 215-222.
- FRĄCKOWIAK H., 1980. Dynamika i wielkość mineralizacji związków azotowych w dawno odwodnionych glebach torfowo-murszowych na tle warunków siedliskowych i nawożenia. Falenty: IMUZ rozpr. habil. ss. 136.
- FRĄCKOWIAK H., 1995. Wpływ głębokości odwodnienia gleb organicznych użytkowanych łąkowo na przebieg mineralizacji azotu i masy organicznej. W: Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Sesja naukowa z okazji jubileuszu 45-lecia działalności naukowej i 70. rocznicy urodzin prof. dra hab. Henryka Okruszko. Falenty 6-7 XI 1995 r. Mater. Semin. 34. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 185-190.
- GOTKIEWICZ J., 1983. Zróżnicowanie intensywności mineralizacji azotu w glebach organogenicznych związane z odrębnością warunków siedliskowych. Falenty: IMUZ rozpr. habil. ss. 111.
- GOTKIEWICZ J., 1987. Mineralizacja organicznych związków azotowych w glebach torfowo-murszowych wieloletnich doświadczeń. W: Wyniki 25-letniego stałego doświadczenia nad porównaniem wpływu sposobu użytkowania i nawożenia na glebę torfową w Zakładzie Doświadczalnym Biebrza. Bibl. Wiad. IMUZ nr 68 s. 85-98.
- GOTKIEWICZ J., GOTKIEWICZ M., 1991. Gospodarowanie azotem na glebach torfowych. W: Gospodarowanie na glebach torfowych w świetle 40-letniej działalności zakładu doświadczalnego Biebrza. Bibl. Wiad. IMUZ nr 77 s. 59-78.
- SAPEK A., SAPEK B., GAWLIK J., 1990. Rozpoznanie nasilenia mineralizacji azotu w glebach torfowych w zasięgu leja depresyjnego kopalni Bełchatów. Wiad. IMUZ t. 16 z. 3 s. 79-86.
- SAPEK B., SAPEK A., 1995. Zmiany zawartości azotu mineralnego oraz odczynu przed i po wegetacji w glebach łąkowych wytworzonych z torfów. W: Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Sesja naukowa z okazji jubileuszu 45-lecia działalności naukowej i 70. rocznicy urodzin prof. dra hab. Henryka Okruszko. Falenty 6-7 XI 1995 r. Mater. Semin. 34. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 247-254.
- SCHEFFER B., BARTELS R., 1992. Ammonium- und Nitratgehalte in einer Tiefpflugdeckkultur aus kalkhaltigem Niedermoor. Agrbiol. Res. 45 s. 225-231.

- TURBIAK J., CIEŚLIŃSKI Z., MIATKOWSKI Z., 2001. Ubytki masy organicznej w głęboko odwodnionej płytkiej glebie torfowo-murszowej przekształconej orką agromelioracyjną. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 1 z. 2(2) s. 91–102.
- WARING S. A., BREMNER J. M., 1964. Ammonium production in soil under waterlogged conditions as an index of nitrogen availability. Nature vol. 201 s. 951–952.

*Janusz TURBIAK, Zygmunt MIATKOWSKI*

**THE CONTENT OF MINERAL FORMS OF NITROGEN  
IN A LONG DRAINED SHALLOW PEAT-MOORSH AND MINERAL-MOORSH SOIL**

*Key words: mineral nitrogen, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, nitrogen leaching, organic soil*

**S u m m a r y**

Results of studies on mineral forms of nitrogen in deeply drained shallow organic soils are presented in the paper. The studies were carried out 20 years after lowering the ground water level. Attempts were undertaken to assess mineral nitrogen losses due to leaching in the autumn-winter period.

The long-term mean N-NH<sub>4</sub> concentrations in particular layers and sampling dates ranged from 6.0 to 8.4 mg·dm<sup>-3</sup> while the mean N-NO<sub>3</sub> concentrations ranged from 3.3 to 13.2 mg·dm<sup>-3</sup> of soil showing very large fluctuations. In a peat-moorsh soil mineral nitrogen losses due to leaching determined in the autumn–winter period of 2000/2001 were about 80 kg·ha<sup>-1</sup>.

---

**Recenzenci:**

*prof. dr hab. Janusz Gotkiewicz*

*prof. dr hab. Barbara Sapek*

Praca wpłynęła do Redakcji 06.11.2002 r.

