

OCENA PROCESU MINERALIZACJI AZOTU W GLEBACH WYBRANYCH  
EKOSYSTEMÓW TORFOWISKOWYCH POLSKI  
PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ W ASPEKTCIE OCHRONY ZASOBÓW  
GLEBOWYCH

*Jan Pawluczuk, Janusz Gotkiewicz*

Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski,  
pl. Łódzki 3, 10-727 Olsztyn, e-mail: jan.pawluczuk@uwm.edu.pl

**S t r e s z c z e n i e.** Praca przedstawia wyniki badań nad mineralizacją organicznych połączeń azotu w glebach dwóch obiektów torfowych w makroregionie Pojezierza Mazurskiego na terenach młodogłacjalnych Polski północno-wschodniej. Rezultatem procesu mineralizacji jest uwalnianie azotu mineralnego, ubytek materii organicznej, oraz obniżanie powierzchni gleb. Intensywność mineralizacji była zróżnicowana w zależności od warunków siedliskowych, a zwłaszcza stanu odwodnienia gleb i ich uwilgotnienia. Występowały wahania sezonowe w uwalnianiu się azotu mineralnego. Wykazano, że wzmożona mineralizacja, przebiegająca także podczas zimy, miała miejsce w odwodnionych, ekstensywnie użytkowanych glebach torfowo-murszowych. Ograniczona mineralizacja występowała w glebach silnie uwilgotnionych. Zebrane wyniki mogą być wykorzystane dla ochrony i racjonalnego użytkowania gleb torfowych.

**S ł o w a k l u c z o w e:** tereny młodogłacjalne, gleby hydrogeniczne, mineralizacja azotu, azot azotanowy, azot amonowy

WSTĘP

Na obszarach młodogłacjalnych Polski północno-wschodniej występuje znaczny areal gleb torfowych [1,6]. Obok przydatności gospodarczej pełnią one ważną rolę w środowisku. W omawianych glebach zachodzą z różnym nasileniem w zależności od panujących warunków siedliskowych, procesy mineralizacji organicznych połączeń azotu. Ich efektem jest uwalnianie azotu mineralnego ( $N-NO_3$  i  $N-NH_4$ ), często w znacznych ilościach [2]. Nie wykorzystany przez rośliny azot, zwłaszcza w formie azotanowej, przenika do wód powierzchniowych i gruntowych. Na skutek ubytku materii organicznej ma miejsce stałe obniżanie się powierzchni gleb torfowych [2]. Procesy mineralizacji powinny być kontrolowane i ograniczane.

Niniejsza praca zawiera wyniki badań nad uwalnianiem azotu w glebach torfowych dwóch typowych obiektów torfowych Pojezierza Mazurskiego.

#### ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono w latach 2000-2001 na obiekcie Siódmak położonym w mezo-regionie Równina Mazurska oraz w roku 2001 na obiekcie Lutry leżącym w północnej części mezoregionu Pojezierze Olsztyńskie. Oba mezoregiony należą do makroregionu Pojezierze Mazurskie, który jest typowym obszarem młodo-glacialnym [1,4].

Obiekt Siódmak reprezentuje strefę płaskich równin sandrowych [3] z dużym arealem podatnych na przesuszenie gleb torfowych. Obiekt Lutry należy do strefy wysoczyzn morenowych [3] o urozmaiconej rzeźbie. Występują tam bardzo liczne, małe obiekty gleb torfowych.

W wytypowanych odkrywkach pobierano próbki gleb z warstw 5-10, 25-30 i 35-40 cm dla identyfikacji utworów glebowych oraz analiz laboratoryjnych. Dokonywano pomiarów głębokości zalegania wody gruntowej. Oznaczano podstawowe właściwości fizyczne (popielność, gęstość objętościową, gęstość właściwą, porowatość), metodami stosowanymi dla gleb organicznych [7]. Azot ogólny oznaczono metodą Kiejdahla. Próbki gleby do oznaczeń azotu mineralnego ( $N-NO_3$  i  $N-NH_4$ ) pobierano cylinderkami o pojemności  $100\text{ cm}^3$  z zachowaniem naturalnej struktury. Oznaczenia wykonywano w terminie wiosennym, letnim, jesiennym oraz dodatkowo na obiekcie Siódmak w terminie zimowym. Glebę w cylinderkach inkubowano w okresie 14 dni w temperaturze  $28^\circ\text{C}$ . Po inkubacji oznaczano  $N-NO_3$  w wyciągu 1%  $K_2SO_4$  kolorymetrycznie metodą z kwasem disulfofenolowym oraz  $N-NH_4$  używając odczynnika Nesslerera.

#### WYNIKI

Na obiekcie Siódmak występuje zmeliorowane torfowisko niskie o powierzchni 557 ha. Dominujący sposób dopływu wody do obiektu określany jako topogeniczny typ zasilania hydrologicznego [5] utrudnia regulowanie stosunków wodnych. Większość obszaru, który nie jest nawadniany, uległa znacznemu przesuszeniu. Tylko niewielka jego część jest ekstensywnie użytkowana darniowo. Ruń łąkowa ulega postępującej degradacji.

Na omawianym terenie wytypowano do badań glebę Mt IIcb (profil 1). Jest to gleba torfowo-murszowa średnio zmurszała wytworzona z silnie rozłożonego torfu olesowego podścielonego średnio rozłożonym torfem turzycowiskowym.

Mała część obiektu w pobliżu rzeki Sawicy jest silnie uwilgotniona. Występują tam nie użytkowane obecnie łąki z roślinami bagiennymi w runi. Wytypowany na tym terenie do badań profil 2 reprezentuje płytką glebę torfowo-murszową wytworzoną z silnie rozłożonego torfu olesowego podścielonego gytia (Mt IIcgy).

Na obiekcie Lutry występują małe torfowiska, do których dopływ wody określany jest jako soligeniczny typ hydrologicznego zasilania [5]. Woda do torfowisk dociera pod ciśnieniem z otaczających wysoczyzn zapewniając stałe uwilgotnienie. Do badań wytypowano dwa punkty badawcze na torfowisku niskim o powierzchni 19,4 ha. Profile 3 i 4 zlokalizowano na zmeliorowanym, ekstensywnie użytkowanym pastwisku. Występuje tam gleba torfowo-murszowa średnio zmurszała wytworzona z torfu silnie rozłożonego podścielonego torfem słabo rozłożonym. (MtIIca). Profil 3 znajduje się blisko wysoczyzny, a profil 4 jest od niej oddalony.

Właściwości fizyczne gleb obu obiektów w warstwie do 40 cm przedstawiono w Tabeli 1. Gleby obiektu Siódmak mają zwiększoną zawartość części mineralnych (27,4 %-profil 1, 23,8%-profil 2) co świadczy o ich zamuleniu. Gęstość objętościowa i gęstość właściwa jest typowa dla badanych gleb. Stwierdzono, że wyższą porowatością wynoszącą 88,24% charakteryzowała się gleba profilu 2.

Wierzchnia warstwa gleb obiektu Lutry jest zamulona. Wysoka popielność, która waha się od 36,5% (profil 3) do 44% (profil 4) wpłynęła na zwiększenie gęstości objętościowej i właściwej. Porowatość gleby profilu 3 wynosi blisko 89% obj. i jest wyższa o 6% obj. stosunku do gleby profilu 4 (Tab. 1).

**Tabela 1.** Średnie wartości właściwości fizycznych gleb w warstwie do 40 cm  
**Table 1.** Mean physical properties of soil in layer into 40 cm

Nr profilu Profile No.	Gleba Soil	Popielność Ash (%·s.m.)	Gęstość obj. Vol. density (g·cm <sup>-3</sup> )	Gęstość wł. Density (g·cm <sup>-3</sup> )	Porowatość Porosity (% obj.)
Siódmak					
1.	MtIIcb	27,4	0,25	1,78	86,06
2.	MtIIch	23,8	0,20	1,74	88,24
Lutry					
3.	MtIIca	36,5	0,38	1,85	88,88
4.	MtIIca	44,0	0,34	1,93	82,82

Między badanymi glebami występowały różnice w uwilgotnieniu związane z głębokością zalegania poziomu wody gruntowej i sposobem zasilania (Tab.2). Na obiekcie Siódmak w glebie profilu 1 woda gruntowa występowała w ciągu całego roku na głębokości około 70 cm. W rezultacie miało miejsce przesuszenie wierzchniej warstwy gleby, zwłaszcza w okresie lata, kiedy wilgotność wynosiła około 63% obj. (Tab. 2).

W glebie profilu 2 obiektu Siódmak poziom wody gruntowej był wysoki i wahał się od 0 cm podczas zimy do 37,5 cm latem. Dlatego w ciągu całego roku wilgotność gleby była bardzo wysoka. Wynosiła średnio około 87% obj. (Tab. 2).

Na obiekcie Lutry poziom wody gruntowej był w roku 2001 mało zróżnicowany ponieważ wahał się od 15 do 35 cm. Najbliżej powierzchni woda zalegała wiosną w glebie profilu 3 przy wysoczyźnie. Utrzymywało się wysokie uwilgotnienie zwłaszcza w glebie profilu 3 przekraczające jesienią 83% obj. W ciągu lata występowało krótkotrwałe przesuszenie zwłaszcza gleby profilu 4 (Tab. 2).

**Tabela 2.** Średnia wilgotność gleb w warstwie do 40 cm i poziom wody gruntowej  
**Table 2.** Mean moisture of soils in layer into 40 cm and ground water level

Nr profilu Profile No.	Gleba Soil	Termin Term	Wilgotność Moisture (% obj., vol.)	Poziom wody gruntowej Ground water level (cm)
Siódmak 2000-2001				
1.	MtIcb	Wiosna - Spring	76,5	74
		Lato - Summer	63,2	69
		Jesień - Autumn	71,8	70
		Zima - Winter	80,6	71
2.	MtIch	Wiosna - Spring	87,8	17
		Lato - Summer	84,9	37
		Jesień - Autumn	85,3	7
		Zima - Winter	89,9	0
Lutry 2001				
3.	MtIca	Wiosna - Spring	78,0	15
		Lato - Summer	71,2	35
		Jesień - Autumn	83,6	20
4.	MtIca	Wiosna - Spring	74,7	25
		Lato - Summer	65,7	30
		Jesień - Autumn	79,8	25

Proces mineralizacji organicznych związków azotu przebiegał w badanych glebach w sposób zróżnicowany, głównie w zależności od stanu uwilgotnienia. Na obiekcie Siódmak zawartość N ogólnego była typowa dla gleb wytworzonych z torfów niskich. Wynosiła  $29,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ N}$  w glebie profilu 1 oraz  $30,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ N}$  w glebie profilu 2.

W glebie przesuszanej profilu 1 stwierdzono znaczną zawartość azotu mineralnego (Nm) (Tab. 3). W okresie wiosennym ilość uwalnianego Nm wynosiła średnio  $41,8 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-1}$  z wyraźną przewagą N-NO<sub>3</sub> ( $31,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-1}$ ). Według przyjętych norm [2] taką ilość N-NO<sub>3</sub> uznaje się za dużą. Należy sądzić, że zdegradowana ruń obiektu Siódmak nie może pobrać całego dostępnego azotu i znaczna część tego składnika jest tracona. W pozostałych terminach ilość uwalnianego Nm była niższa. Zwraca uwagę, że proces mineralizacji przebiegał także podczas zimy nawet z większym nasileniem niż jesienią (Tab. 3).

Dla oceny procesu mineralizacji duże znaczenie ma stosunek N-NO<sub>3</sub> do N-NH<sub>4</sub> [2]. W glebie profilu 1 stosunek ten w okresie wegetacyjnym był wysoki (1,3 do 6,8), co świadczy o dobrych warunkach do nityfikacji. Tylko podczas zimy był niższy od 1 ze względu na niską temperaturę.

**T a b e l a 3.** Średnia zawartość azotu mineralnego (N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub>) w glebach hydrogenicznych obiektu Siódmak w latach 2000-2001

**T a b l e 3.** Mean content of mineral nitrogen (N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub>) of hydrogenic soils in Siódmak object of 2000-2001

Nr profilu Profile No.	Gleba Soil	N-NO <sub>3</sub> (mg · cm <sup>-3</sup> )	N-NH <sub>4</sub> (mg · cm <sup>-3</sup> )	Razem Total (mg · cm <sup>-3</sup> )	N-NO <sub>3</sub> /N- NH <sub>4</sub>
Wiosna - Spring					
1.	MtIIcb	31,2	10,6	41,8	3,4
2.	MtIIch	9,0	9,6	18,6	0,9
Lato - Summer					
1.	MtIIcb	20,7	16,7	37,4	1,3
2.	MtIIch	5,9	14,1	20,0	0,4
Jesień - Autumn					
1.	MtIIcb	12,3	1,8	14,1	6,8
2.	MtIIch	2,9	4,8	7,7	0,9
Zima - Winter					
1.	MtIIcb	15,6	24,3	39,9	0,7
2.	MtIIch	1,7	19,5	21,2	0,1

W silnie uwilgotnionej glebie obiektu Siódmak (profil 2) mineralizacja azotu była zahamowana w ciągu całego roku (Tab. 3). Zawartość N-NO<sub>3</sub> wahała się od 9,0 mg·dm<sup>-1</sup> wiosną (zawartość mała) do 1,7 mg·dm<sup>-1</sup> zimą (zawartość bardzo mała) [2]. W rezultacie stosunek N-NO<sub>3</sub> do N-NH<sub>4</sub> wynosił stale poniżej 1 (Tab. 3).

Zawartość azotu ogólnego w glebach obiektu Lutry wynosiła 20,9 g·kg<sup>-1</sup> N (profil 3) oraz 19,6 g·kg<sup>-1</sup> N (profil 4).

Wyniki oznaczeń azotu mineralnego wskazują, że proces mineralizacji był ograniczony w glebach obu profili i przebiegał podobnie w badanych terminach sezonu wegetacyjnego (Tab. 4). Zawartość Nm wahała się od 5,5 do około 15,9 mg·dm<sup>-1</sup>. Stwierdzono małe uwalnianie N-NO<sub>3</sub>, którego ilość mieściła się w przedziale zasobności bardzo małej i małej [2]. W okresie wiosny stosunek N-NO<sub>3</sub> do N-NH<sub>4</sub> wynosił poniżej 1, a w lecie i jesienią przekraczał zwykle nieznacznie tę wartość. Można zatem stwierdzić, że warunki siedliskowe obiektu Lutry sprzyjają ochronie gleb przed nadmierną mineralizacją.

**Tabela 4.** Średnia zawartość azotu mineralnego (N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub>) w glebach hydrogenicznych obiektu Lutry w 2001 r.

**Table 4.** Mean content of mineral nitrogen (N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub>) of hydrogenic soils in Lutry object of 2001

Nr profilu Profile No.	Gleba Soil	N-NO <sub>3</sub> (mg·cm <sup>-3</sup> )	N-NH <sub>4</sub> (mg·cm <sup>-3</sup> )	Razem Total (mg·cm <sup>-3</sup> )	N-NO <sub>3</sub> / N-NH <sub>4</sub>
Wiosna - Spring					
3.	MtIIca	4,67	7,16	11,83	0,65
4.	MtIIca	4,21	11,74	15,95	0,35
Lato - Summer					
3.	MtIIca	3,92	1,59	5,51	2,46
4.	MtIIca	7,19	4,55	11,74	1,58
Jesień - Autumn					
3.	MtIIca	6,33	6,34	12,67	1,00
4.	MtIIca	5,94	4,91	10,85	1,21

## WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały, że mineralizacja organicznych związków azotu w glebach torfowo-murszowych obszarów młodoglacjalnych Polski północno-wschodniej była zróżnicowana w zależności od warunków siedliskowych, a zwłaszcza uwilgotnienia i sposobu dopływu wody.

2. Wykazano, że w przesuszonych glebach ekstensywnie użytkowanego obiektu Siódmak w strefie równin sandrowych mineralizacja może przybierać znaczne rozmiary. Następują straty azotu mineralnego i przyspieszony rozkład materii organicznej. Ważnym jest wykazanie, że proces mineralizacji przebiega także podczas zimy. Na tym samym obiekcie proces mineralizacji w glebach silnie uwilgotnionych był zahamowany.

3. W glebach obiektu Lutry w strefie wysoczyzn morenowych utrzymywało się wysokie uwilgotnienie dzięki stałemu dopływowi wody z otaczających terenów. W rezultacie miało miejsce ograniczone uwalnianie się azotu mineralnego, który mógł być pobierany przez rośliny.

4. Kontrola i ograniczanie procesu mineralizacji w badanych glebach torfowych jest możliwa w warunkach utrzymywania wysokiego uwilgotnienia. Jest ono potrzebne zwłaszcza na zmeliorowanych obiektach nie użytkowanych lub użytkowanych ekstensywnie.

#### PIŚMIENNICTWO

1. Dembek W., Piórkowski H., Rycharski M.: Mokradła na tle regionalizacji fizyczno-geograficznej Polski. *Bibl. Wiad. IMUZ*, 97, 1-131, 2000.
2. Gotkiewicz J., Gotkiewicz M.: Gospodarowanie azotem na glebach torfowych. *Bibl. Wiad. IMUZ*, 59-77, 1991.
3. Gotkiewicz J., Smolucha J.: Charakterystyka krajobrazów młodoglacjalnych Pojezierza Mazurskiego i Równiny Sępopolskiej. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.*, 431, 119-136, 1996.
4. Kondracki J.: Polska północno-wschodnia. PWN Warszawa, 1972.
5. Okruszko H.: Zróżnicowanie warunków hydrologicznych mokradeł w aspekcie ich melioracji. *Wiad. IMUZ* 12(1), 13-31, 1983.
6. Okruszko H., Piaścik H.: Charakterystyka gleb hydrogenicznych. Wydawn. ART. Olsztyn, 1990.
7. Sapek A., Sapek B.: Metody analizy chemicznej gleb organicznych. IMUZ, Falenty 1997.

#### EVALUATION OF THE NITROGEN MINERALIZATION PROCESS IN SOILS OF SOME PEAT ECOSYSTEMS OF NORTH-EASTERN POLAND IN THE ASPECT OF SOIL RESOURCES CONSERVATION

*Jan Pawluczuk, Janusz Gotkiewicz*

Department of Soil Science and Soil Protection, University of Warmia and Mazury, Łódzki sqr. 3, 10-727 Olsztyn, e-mail: jan.pawluczuk@uwm.edu.pl

**S u m m a r y.** The paper presents the results of the studies on mineralization of nitrogen organic links in soils of two peat areas in the macro-region of the Mazurian Lakeland situated in young glacial zone of north-eastern Poland. The mineralization process results in the mineral nitrogen release, organic

matter decrement as well as in the lowering of soil surface. Mineralization intensity was diversified due to habitat conditions, particularly to soil dehydration condition and moisturization. Seasonal fluctuations were noted in mineral nitrogen release. It was shown that increased mineralization, including winter, took place in dehydrated, intensively utilized peat-moorsh soils. Limited mineralization occurred in highly moisturized soils. The collected results may be used in conservation and rational use of peat soils.

**K e y w o r d s:** Young glacial areas, hydrogenic soils, nitrogen mineralization, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen.