

## **IDENTYFIKACJA ZAGROZEŃ ŚRODOWISKA WYNIKAJĄCYCH Z WADLIWEJ GOSPODARKI AZOTEM NA OKRESOWO POSUSZNYCH ŁĄKACH WIECHLINOWO-WYCZYŃCOWYCH W WARUNKACH GLEB MURSZOWATYCH**

*Jerzy Terlikowski*

Żuławski Ośrodek Badawczy w Elblągu,  
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

### **Wstęp**

Informacje o ilości azotu uwolnionego w procesie mineralizacji glebowej materii organicznej są przydatne do oceny jego plonotwórczej wydajności oraz do poprawy gospodarowania tym składnikiem na łąkach i pastwiskach. Podatność organicznych połączeń azotu na mineralizację jest zróżnicowana w zależności od warunków siedliskowych. Istotny wpływ na to zjawisko wywiera stosunek C : N w glebowej materii organicznej, sposób użytkowania i nawożenia, wilgotność profilu glebowego i związana z nią zawartość powietrza oraz warunki atmosferyczne, a szczególnie ilość i rozkład opadów, które oddziałują na wilgotność gleby, powodując także wypłukiwanie azotanów w głąb profilu glebowego [GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ 1991 za Bartoszewicz 1977]. Intensywność mineralizacji zależy również od rodzaju murszu i stopnia jego przeobrażenia. Wykorzystanie przez ruń łąkową azotu mineralnego uwalnianego z gleb torfowych zależy głównie od wielkości mineralizacji, sposobu użytkowania i nawożenia NPK, a także od wysokości uzyskiwanych plonów [GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ 1991].

Podstawowym wskaźnikiem oceny gospodarowania azotem jest jego bilans [FOTYMA, FOTYMA 1996; SAPEK, KALIŃSKA 2000; TERLIKOWSKI 2004]. Od mineralizacji azotu związanego z materią organiczną w glebie, jej dynamiki i przemian azotu zależy jego wykorzystanie przez rośliny oraz straty w wyniku wymycia  $N-NO_3$  do wód gruntowych. Wymywanie azotanów poza strefę korzeniową to główne źródło zanieczyszczeń wód gruntowych tym składnikiem [SAPEK 1995].

W wielu publikacjach prezentowane są wyniki badań dotyczących bezpiecznej dla środowiska gospodarki azotem na glebach torfowych. Niewiele jest jednak badań tego typu prowadzonych na glebach murszowatych.

Celem prowadzonych badań była identyfikacja warunków wadliwej gospodarki azotem na łące wiechlinowo-wyczyńcowej, położonej w okresowo posuszonym siedlisku na glebie murszowatej.

## Materiały i metodyka

Doświadczenie założono w 1997 roku na łące położonej na glebie murszowatej metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Ruń stanowiła nieodnawiana od wielu lat łąka wiechlinowo-wyczyńcowa, położona na polderze Fizewka „S”, 0,5 m p.p.m., w miejscowości Bielnik w gminie Elbląg. Zawartość masy organicznej, azotu i stosunek C : N w glebie przeznaczony pod doświadczenie podano w tabeli 1.

Tabela 1; Table 1

Zawartość (%) masy organicznej i azotu ogólnego w glebie  
Organic matter and total nitrogen contents (%) in the soil

Warstwa gleby (cm) Soil layer (cm)	Masa organiczna Organic matter	C	N og., Total N	C : N
3-15	17,40	10,092	1,176	8,6
15-40	19,98	11,588	1,028	11,3
40-68	0,83	0,481	0,043	11,2

Zawartość przyswajalnych form P, K i Mg w glebie oznaczona w 0,5 mol HCl·dm<sup>-3</sup> wynosiła odpowiednio: 310, 189 i 814 mg·kg<sup>-1</sup>, a pH w warstwie 0-20 cm oznaczona w 1 mol KCl·dm<sup>-3</sup> wyniosło 5,7.

Głębokość zwierciadła wody gruntowej w 2001 r. w okresie wegetacji zmieniła się w granicach 30-130 cm. W 2002 r., od drugiej połowy kwietnia do końca okresu wegetacji zwierciadło wody gruntowej utrzymywało się poniżej 135 cm, zaś w 2003 r. w okresie wegetacji – utrzymywało się na poziomie 80-160 cm poniżej poziomu gruntu. Z uwagi na nisko utrzymujący się poziom wody gruntowej w okresie prowadzenia badań ruń korzystała głównie z wody opadowej i zawieszanej w wierzchniej warstwie gleby.

Opady i temperatury z lat 2001-2003 oraz średnie dla tych elementów z wielolecia 1971-1995 podano w tabeli 2.

Tabela 2; Table 2

Warunki meteorologiczne  
Meteorological conditions

Miesiąc Month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Średnia/suma Average/sum	
													IV-IX	rok; year
Temperatura; Temperature (°C)														
2001*	-0,5	-2,2	0,4	7,6	11,7	13,8	19,2	18,2	11,9	10,2	2,4	-2,7	13,3	7,5
2002**	-	-	-	8,1	17,0	16,8	20,2	21,3	13,8	7,3	3,5	-5,4	16,2	-
2003**	-2,8	-3,6	2,0	6,1	14,3	17,0	19,5	18,1	14,3	5,9	5,3	2,1	14,9	8,2
1971-1995	-1,9	-1,6	1,8	6,2	11,9	15,0	17,0	16,6	12,6	8,0	3,0	0,0	13,2	7,4

Opady; Precipitation (mm)														
2001*	23,3	24,7	49,0	71,4	29,9	48,2	154,0	65,0	98,6	27,8	56,0	38,5	467,1	686,4
2002**	-	-	-	11,1	49,1	67,5	46,5	30,7	55,4	103,0	102,8	9,0	260,6	-
2003**	28,9	3,8	8,0	31,4	36,5	48,5	83,8	23,3	38,1	90,2	18,3	23,7	261,6	434,5
1971-1995	13,7	12,7	16,6	22,6	10,4	67,6	66,7	71,5	70,1	47,9	38,5	26,0	339,0	498,0

\* dane pochodzą z Oddziału Morskiego IMGW w Gdyni; data from the Sea Branch, Institute of Meteorology and Water Management, Gdynia

\*\* dane ze stacji agrometeorologicznej IMUZ ŻOB w Jęglowniku; data from agro-meteorological station at Jęglownik

- brak danych; no data

Doświadczenie założono według schematu przedstawionego w tabeli 3.

Tabela 3; Table 3

Schemat częstotliwości koszenia i nawożenia  
Scheme of cutting frequency and fertilization

Obiekt Treatment	Liczba pokosów w sezonie; Number of cuts in the season	Nawożenie mineralne Mineral fertilization	Dawka Rate
I	5	N <sub>2</sub> PK	N <sub>1</sub> – 60 kg·ha <sup>-1</sup> pod odrost; under regrowth N <sub>2</sub> – 30 kg·ha <sup>-1</sup> pod odrost; under regrowth P – 40 kg·ha <sup>-1</sup> w jednej dawce wiosną; one rate in spring K – 100 kg·ha <sup>-1</sup> w dwóch dawkach po 50 kg·ha <sup>-1</sup> ; wiosną i w połowie okresu wegetacji; in 2 rates: 50 kg·ha <sup>-1</sup> in spring and next 50 kg·ha <sup>-1</sup> in the middle of growing season
II	4	N <sub>1</sub> PK	
III	3	N <sub>1</sub> PK	
IV	3	PK	
V	2	N <sub>1</sub> PK	
VI	2	PK	
VII	2	bez nawożenia without fertilization	
VIII	1	bez nawożenia without fertilization	

Azot mineralny (N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub>) w glebie oznaczano metodą kolorymetryczną za pomocą autoanalyzera przepływowego z zestawu do ciągłej dializy. Próbkę gleby pobierano wiosną przed ruszeniem wegetacji i jesienią po jej zakończeniu z trzech warstw: 0-20, 21-40 i 41-60 cm. Gleba murszowata na doświadczeniu w warstwie 3-40 cm zawierała od 17 do ok. 20% masy organicznej o wąskim stosunku C : N (tab. 1). Wskutek znacznego obniżania się poziomu wody gruntowej gleba była dobrze natleniona. W związku z tym założono, że proces mineralizacji glebowej masy organicznej będzie dominował nad procesem immobilizacji.

Analizę poprawności gospodarowania azotem mineralnym wykonano posługując się bilansem wg metody „na poziomie pola”, w którym została dodatkowo uwzględniona zawartość glebowego azotu mineralnego z okresu wiosennego tuż przed ruszeniem wegetacji i jesienią po zbiorze ostatniego pokosu. Azot w materiale roślinnym oznaczano wg Kjeldahl'a.

W bilansie azotu mineralnego zostały uwzględnione następujące składniki:

- ▶ po stronie przychodów:
  - azot wniesiony z nawozami mineralnymi,
  - azot mineralny w glebie wiosną do głębokości 60 cm,
  - azot w opadzie atmosferycznym (suchym i mokrym) [MARCINKOWSKI 1996],
  - azot biologiczny [SAPEK 1996];
- ▶ po stronie rozchodów:
  - azot wyniesiony z plonem,
  - azot mineralny, który pozostał w glebie po zbiorze ostatniego pokosu do głębokości 60 cm.

### Wyniki i dyskusja

Bilans azotu w warunkach łąki wiechlinowo-wyczyńcowej z lat 2001–2003 przedstawiono w tabeli 4. W bilansie pominięto straty azotu do wód gruntowych i straty związane z denitryfikacją.

Tabela 4; Table 4

Bilans azotu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) łąki wyczyńcowo-wiechlinowej w zależności od częstotliwości koszenia i nawożenia

Nitrogen balance ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) of meadow dominated by *Alopecurus pratensis* and *Poa pratensis* depending on cutting frequency and fertilization

Składniki bilansu; Balance elements	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Rok; Year 2001								
<b>N wniesiony; N input</b>								
1 – $N_{\text{min}}$ w glebie wiosną; $N_{\text{min}}$ in soil in spring	48	36	40	30	40	31	28	30
2 – nawozy; fertilizers	150	240	180	0	120	0	0	0
3 – opady atm.; precipitation	12	12	12	12	12	12	12	12
4 – N biologiczny; biological N	10	10	10	10	10	10	10	10
5 Razem wniesienie; Total input	220	298	242	52	182	53	50	52
<b>N wyniesiony; N output</b>								
6 – z plonem; with yield	209	229	272	222	218	217	198	126
7 – w glebie po ostatnim pokosie in soil after last cut	67	78	81	54	72	73	66	49
8 Razem wyniesienie; Total output	276	307	353	276	290	290	264	175
9 $N_{\text{gleb.}}$ wykorzystany przez rośliny $N_{\text{soil}}$ used by plants $6-(2+3+4)$	37	-33	70	200	76	195	176	10
10 Ilość niewykorzystanego $N_{\text{min}}$ Amount of unused $N_{\text{min}}$ $(5-6)+7$	78	147	81*	54*	72*	73*	66*	49*
Rok; Year 2002								
<b>N wniesiony; N input</b>								
1 – $N_{\text{min}}$ w glebie wiosną; $N_{\text{min}}$ in soil in spring	153	125	126	86	95	84	138	155
2 – nawozy; fertilizers	150	240	180	0	120	0	0	0
3 – opady atm.; precipitation	12	12	12	12	12	12	12	12
4 – N biologiczny; biological N	10	10	10	10	10	10	10	10
5 Razem wniesienie; Total input	325	387	328	108	237	106	160	177

<b>N wyniesiony; N output</b>								
6 – z plonem; with yield	172	213	231	128	222	149	131	137
7 – w glebie po ostatnim pokosie in soil after last cut	66	83	66	35	55	60	58	65
8 Razem wyniesienie; Total output	238	296	297	163	277	209	189	202
9 $N_{\text{gleb.}}$ wykorzystany przez rośliny $N_{\text{soil}}$ used by plants 6–(2+3+4)	0	–49	29	106	80	127	109	115
10 Ilość niewykorzystanego $N_{\text{min.}}$ Amount of unused $N_{\text{min.}}$ (5–6)+7	219	257	163	35*	70	60*	87	105
Rok; Year 2003								
<b>N wniesiony; N input</b>								
1 – $N_{\text{min.}}$ w glebie wiosną; $N_{\text{min.}}$ in soil in spring	147	133	165	90	151	138	178	15
2 – nawozy; fertilizers	150	240	180	0	120	0	0	0
3 – opady atm.; precipitation	12	12	12	12	12	12	12	12
4 – N biologiczny; biological N	10	10	10	10	10	10	10	10
5 Razem wniesienie; Total input	319	395	367	112	293	160	200	180
<b>N wyniesiony; N output</b>								
6 – z plonem; with yield	224	297	268	131	246	167	162	109
7 – w glebie po ostatnim pokosie in soil after last cut	27	40	37	17	30	18	20	28
8 Razem wyniesienie; Total output	251	337	305	148	276	185	182	137
9 $N_{\text{gleb.}}$ wykorzystany przez rośliny $N_{\text{soil}}$ used by plants 6–(2+3+4)	52	35	66	109	104	145	140	87
10 Ilość niewykorzystanego $N_{\text{min.}}$ Amount of unused $N_{\text{min.}}$ (5–6)+7	122	138	136	17*	77	18*	58	99

\* z uwagi na większą ilość wyniesionego z plonem azotu mineralnego ( $N_{\text{min.}}$ ) w porównaniu do azotu wniesionego przyjęto, że ilość azotu niewykorzystanego jest równa zawartości azotu w glebie po ostatnim pokosie; considering larger mineral N output with the yield ( $N_{\text{min.}}$ ) in comparison to nitrogen input, it was assumed that the amount of unused nitrogen is equal to N content in soil after last cut

Pomimo wielu badań nie udało się zaproponować sposobu, jakim można by oceniać ilość azotu organicznego ulegającego przemianom w formy mineralne w ciągu okresu wegetacji [OKRUSZKO 1991]. Trudność polega na tym, że wydajność procesu mineralizacji azotu zależy od wielu czynników glebowych i klimatycznych, które ulegają ciągłym zmianom. Z przeprowadzonych badań (tab. 4) wynika, że azot glebowy, uodostępniany runi z masy organicznej gleby murszowatej, to istotny składnik jego bilansu. Pobranie azotu glebowego w sprzyjających warunkach klimatycznych w roku 2001 (tab. 2) w obiektach IV i VI, nawożonych fosforem i potasem, wynosiło 195–200 kg  $N_{\text{min.}}$ ·ha<sup>-1</sup>. Decydującym czynnikiem był opad atmosferyczny – jego ilość i rozkład w okresie wegetacji. W latach 2002 i 2003, w których wystąpiła niższa, w porównaniu do wielolecia, ilość opadów w okresie wegetacji, odnotowano mniejsze pobranie azotu glebowego. Dla obiektów IV i VI wyniosło odpowiednio: 106–109 kg  $N_{\text{min.}}$ ·ha<sup>-1</sup> i 127–145 kg  $N_{\text{min.}}$ ·ha<sup>-1</sup>. Zatem  $N_{\text{glebowy}}$  może mieć w warunkach gleb murszowatych większe znaczenie w zaopatrywaniu runi w ten składnik niż azot nawozowy.

W roku 2001 obfitującym w opady wystąpiły sprzyjające warunki przyrostu runi, a więc wykorzystania przez runię zarówno azotu glebowego, jak i azotu nawo-

zowego, stosowanego w ilości 120–180 kg·ha<sup>-1</sup> (obiekty: III i V w tabeli 4). Natomiast w latach 2002 i 2003, w wyniku niedostatecznych opadów w okresie wegetacji obserwowano znacznie gorsze wykorzystanie azotu mineralnego zarówno nawozowego, jak i glebowego (obiekty: I, II, III i V). Największa ilość azotu mineralnego pozostała w glebie jesienią po zbiorze ostatniego pokosu, wyniosła 257 kg·ha<sup>-1</sup> (obiekt II w roku 2002 nawożono dawką 240 kg·ha<sup>-1</sup>).

Utrzymanie optymalnego uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby murszowatej jest jednym z podstawowych czynników poprawiających wykorzystanie azotu mineralnego przez ruń i zmniejszających potencjalne zagrożenie środowiska. Stosunkowo znaczne ilości N<sub>min.</sub> pozostały w glebie po ostatnim pokosie również w obiektach bez nawożenia mineralnego (VII i VIII). Pomijanie nawożenia PK łąki na glebie murszowatej może być jednym z przyczyn wadliwej gospodarki azotem.

Najmniejsza ilość azotu mineralnego pozostała w glebie jesienią w obiektach, w których nawożenie mineralne ograniczono do fosforu i potasu (IV i VI).

## Wnioski

Podstawowymi przyczynami wadliwej gospodarki azotem na łące wiechlino-wo-wyczyńcowej w okresowo posusznych warunkach gleby murszowatej są:

- nadmierna częstotliwość koszenia,
- niedobory wilgoci w wierzchniej warstwie gleby,
- dawki azotu nawozowego przekraczające wymagania pokarmowe runi,
- brak nawożenia fosforem i potasem,
- nieznajomość ilości dostępnego w okresie wegetacji azotu glebowego.

## Literatura

- FOTYMA M., FOTYMA E. 1996. Zawartość azotu mineralnego w glebie jako wskaźnik środowiskowych skutków nawożenia. Mat. konf. „Nadmiar azotu w rolnictwie czynnikiem zagrożenia zdrowia człowieka”. Warszawa, 9–10 I 1997. IMUZ, Falenty: 35–40.
- GOTKIEWICZ J., GOTKIEWICZ M. 1991. Gospodarowanie azotem na glebach torfowych. Bibl. Wiad. IMUZ, 77. PWRiL, Warszawa: 59–76.
- MARCINKOWSKI T. 1996. Bilans azotu oraz zawartość azotanów w środowisku glebowo-wodnym w gospodarstwach rolnych regionu Żuław Wiślanych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 231–237.
- OKRUSZKO H. 1991. Zasady nawożenia gleb torfowych, w: *Gospodarowanie na glebach torfowych w świetle 40-letniej działalności Zakładu Doświadczalnego Biebrza*. Bibliot. Wiad. IMUZ 77, PWRiL, Warszawa: 87–103.
- SAPEK B. 1995. Wymywanie azotanów oraz zakwaszenie gleby i wód gruntowych w aspekcie działalności rolniczej. Mat. Inform. nr 30, Falenty, IMUZ: 31 ss.
- SAPEK A. 1996. Udział rolnictwa w zanieczyszczeniu wody składnikami nawozowymi. Zesz. Eduk. nr 1, IMUZ, Falenty: 9–33.

SAPEK B., KALIŃSKA D. 2000. *Wpływ zróżnicowanego odczynu gleby i dawki azotu na bilans azotu, fosforu i potasu w długoletnich doświadczeniach łąkowych*. Wiad. IMUZ T. XXI(1): 31–50.

TERLIKOWSKI J. 2004. *Gospodarka azotem mineralnym w warunkach łąki wiechlinowo-wyczyńcowej na glebie murszowatej*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, T. 4, Z. 2a(11): 481–491.

**Słowa kluczowe:** azot glebowy, bilans azotu, nawożenie azotem, gleba murszowata, częstotliwość koszenia

### Streszczenie

Na Żuławach Wiślanych od 1998 roku prowadzone są badania związane z gospodarką azotem na łące wiechlinowo-wyczyńcowej w warunkach gleb murszowatych. Omawiane wyniki pochodzą z badań prowadzonych w latach 2001–2003. Analizę gospodarki azotem wykonano metodą „na poziomie pola” z uwzględnieniem N glebowego. Stwierdzono, że azot glebowy w warunkach gleb murszowatych to istotny składnik tego bilansu. Jego ilość dostępna dla runi w sezonie wegetacyjnym w zależności od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych może wahać się od 100 do 200 kg N·ha<sup>-1</sup>. Wykazano, że podstawowymi przyczynami wadliwej gospodarki azotem, którego pozostawiony w glebie nadmiar może pogarszać jakość wód gruntowych są: nadmierna częstotliwość koszenia runi, niedobory wilgoci w wierzchniej warstwie gleby, brak informacji o ilości dostępnego azotu glebowego oraz rezygnacja z nawożenia P i K.

### IDENTIFICATION OF THE ENVIRONMENT THREATS RESULTED FROM FAULTY NITROGEN MANAGEMENT ON TEMPORARY DRY MEADOWS DOMINATED BY *Poa pratensis* AND *Alopecurus pratensis*, SITUATED ON MOORSHY SOILS

Jerzy Terlikowski

Institute for Land Reclamation and Grassland Farming at Falenty,  
Żuławy Research Division in Elbląg

**Key words:** soil nitrogen, nitrogen balance, nitrogen fertilization, moorshy soil, cutting frequency

### Summary

The studies concerning nitrogen management on the meadow dominated with *Poa pratensis* and *Alopecurus pratensis* situated on moorshy soil have been carried out since 1998 in Vistula Żuławy region. Results presented in the paper cover the years 2001–2003. Analysis of nitrogen management was realized using the balance method „on field level” and taking soil nitrogen into account. It was stated that the soil nitrogen is a significant element of the balance under moorshy soil conditions. The amount of nitrogen available for plants in growing

season depending on precipitation (its amount and distribution) ranged from 100 to 200 kg N·ha<sup>-1</sup>. It was found that the basic reasons of faulty nitrogen management the surplus of which remaining in the soil may worsen the ground water quality, are: too frequent mowing, moisture deficit in upper soil levels, lack of informations concerning amount of available soil nitrogen and abandonment of P and K fertilization.

Dr inż. Jerzy **Terlikowski**  
Żuławski Ośrodek Badawczy  
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych  
ul. Giermków 5  
82-300 ELBLĄG  
e-mail: IMUZ@pro.onet.pl