

## **WPLYW KONICZYNY BIAŁEJ NA STĘŻENIE AZOTANÓW(V) W WODACH GRUNTOWYCH I W ODCIEKACH**

*Krystyna Terlikowska*

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

### **Wstęp**

Rolnictwo jako system nienaturalny [SAPEK 1996b] w znacznym stopniu przyczynia się do zanieczyszczenia wód powierzchniowych i gruntowych składnikami biogennymi, szczególnie związkami azotu, w tym azotanami [MROCZKOWSKI in. 1996; SAPEK 1996a]. Od końca lat 80-tych XX wieku podejmowane są działania mające na celu zapobieganie nadmiarom azotu w środowisku, i tym samym niebezpieczeństwu zanieczyszczenia wód. Polegają one m.in. na właściwym stosowaniu nawozów organicznych i mineralnych, stosowaniu takich zmianowań, aby gleba jak najkrócej pozostawała bez okrywy roślinnej, szczególnie w okresie jesienno-zimowym [BOROWIEC, ZABŁOCKI 1996]. Dużą rolę w „zatrzymywaniu” biogenów, w tym związków azotu, odgrywają użytki zielone [FALKOWSKI i in. 1996; TERLIKOWSKA 1996]. W dążeniu do obniżenia kosztów produkcji i uwzględnianiu w niej elementów związanych z ochroną środowiska, w tym jakości wody, duże znaczenie zaczęła odgrywać uprawa traw z roślinami motylkowatymi, głównie z koniczyną białą. Rośliny motylkowate w mieszkankach z trawami pozwalają uzyskać wyższe plony bardzo dobrej jakości paszy przy zmniejszonym, nawet o połowę, nawożeniu azotem w porównaniu do uprawy samych traw [TERLIKOWSKA 1996; GRZEBISZ i in. 1999]. Zmniejszenie dawki nawozu azotowego powinno dać w efekcie zmniejszenie strat azotu w wyniku wypłukiwania go do wody gruntowej. Wielu autorów zwraca uwagę na fakt, że duży udział roślin motylkowatych w runi jest czynnikiem zwiększonego odpływu azotu do wód gruntowych [MROCZKOWSKI i in. 1996; SAPEK 1996c; TERLIKOWSKA 1996]. Ma to szczególne znaczenie w warunkach polderowych, a z takimi mamy do czynienia na Żuławach, gdzie istnieje wysokie ryzyko nadmiernego wzbogacania wód gruntowych i powierzchniowych w związki azotu.

Celem pracy jest określenie wpływu koniczyny białej, będącej składnikiem runi, na stężenia azotanów(V) w wodach gruntowych i odciekających w warunkach doświadczenia lizymetrycznego.

## Materiał i metody badań

Doświadczenie założono w 1994 roku na stacji lizymetrycznej we Władysławowie koło Elbląga metodą losowanych bloków. W lizymetrach o średnicy 1,0 m i głębokości 1,5 m, wypełnionych małą próchniczną bardzo ciężką o naruszonym profilu, wysiano mieszanki:

- trawiastą: życica trwała i kostrzewa łąkowa,
- trawiasto-motylkową: życica trwała i kostrzewa łąkowa z koniczyną białą,
- oraz koniczynę białą w siewie czystym.

Stosowano jednakowe dla wszystkich obiektów nawożenie fosforowo-potasowe:

P – 39,3 kg·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup> w jednej dawce wiosną,

K – 83,0 kg·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup> w dwóch równych dawkach pod 2. i 4. odrost.

Mieszanki: trawiastą i motylkowo-trawiastą nawożono dawką azotu – 180 kg·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>, dzieloną równo pod każdy z 4 pokosów, natomiast koniczyny białej w siewie czystym nie nawożono azotem.

Ruń koszona była 4 razy w sezonie wegetacyjnym. W 1995 roku wystąpiły w sierpniu i wrześniu korzystne dla rozwoju użytków zielonych warunki, co spowodowało konieczność wykonania dodatkowego, 5. pokosu. Przed każdym pokosem oceniany był skład botaniczny runi, a w wynikach podano średni w poszczególnych latach udział koniczyny białej.

W lizymetrach utrzymywano dwa stałe poziomy wody gruntowej (pwg): 40 i 80 cm, odpowiednio dla użytkowania kośnego i pastwiskowego.

Próbki wody gruntowej pobierano raz w miesiącu. Wodę z odcieków zaczęto badać od listopada 1996 roku starając się zachować podobną częstotliwość pobierania próbek.

Tabela 1; Table 1

Warunki meteorologiczne. Dane pochodzą z Oddziału Morskiego IMGW w Gdyni

Meteorological conditions. Data from the Institute of Meteorology and Water Management, Sea Branch, Gdynia

Rok/miesiąc Year/month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma; Sum Średnia Average
Opady; Precipitation (mm)													
1995	19,7	12,4	10,6	32,2	50,6	49,7	26,5	99,4	69,2	8,1	42,1	6,8	427,3
1996	4,6	12,2	3,7	3,1	100,7	41,8	56,7	90,6	127,1	49,4	35,2	5,2	530,3
1997	6,7	12,9	14,0	36,3	73,6	24,4	100,2	5,4	57,0	46,9	13,8	24,3	415,5
1998	16,1	10,0	15,6	86,9	75,4	126,3	68,8	102,9	32,7	98,7	24,2	31,7	689,3
1971–1995	17,3	12,7	16,6	22,7	40,4	67,6	66,7	71,5	70,1	47,9	38,5	26,0	498,0
Temperatura; Temperature (°C)													
1995	-1,7	2,6	2,3	7,0	10,9	15,3	18,5	17,5	13,0	11,8	2,2	-4,9	7,9
1996	6,1	7,0	-1,8	6,8	11,2	12,4	15,2	17,8	10,2	8,3	4,6	-5,3	7,7
1997	-4,5	1,6	2,5	4,7	10,8	15,5	17,6	19,2	13,4	7,0	2,5	-0,2	7,5
1998	1,2	3,0	1,2	8,5	13,2	15,7	16,1	15,2	13,4	7,4	-1,9	-2,0	7,6
1971–1995	-2,0	-1,6	1,8	6,2	11,9	15,0	17,0	16,7	12,6	8,1	3,0	0,0	7,4

Analizę statystyczną wykonano dla sumy ładunków N-NO<sub>3</sub> w badanym okresie oraz stężeń N-NO<sub>3</sub> w odciekach i ilości odcieków w poszczególnych terminach wg schematu dla doświadczenia dwuczynnikowego w układzie losowanych bloków, a średnie wartości testowano przy pomocy testu Tukey'a.

Warunki meteorologiczne w czasie trwania doświadczenia (opady i temperatury) przedstawia tabela 1. Lata 1995 i 1997 charakteryzowały się ilością opadów o około 14 i 17% mniejszą od sumy z wielolecia, natomiast w roku 1998 suma roczna opadów była większa od średniej z wielolecia o około 33%. Średnie roczne temperatury w tym czasie były zbliżone do średniej z wielolecia.

Azot azotanowy(V) w wodzie gruntowej i w odcieku oznaczany był metodą spektrofotometryczną automatyczną przy użyciu autoanalyzera Technicon.

## Wyniki i dyskusja

Przedstawione wyniki doświadczenia wyraźnie wskazują na zależność stężenia azotu azotanowego (N-NO<sub>3</sub>) zarówno w odciekach, jak i wodzie gruntowej, od rodzaju uprawianych roślin (tab. 2 i 3). Wartości stężeń układają się w kolejności rosnącej: trawy – trawy z koniczyną białą – koniczyna biała w siewie czystym. SMORON i in. [1996] w warunkach górskich notowali prawie 2-krotnie wyższe stężenia N-NO<sub>3</sub> w wodach infiltrujących spod koniczyny czerwonej niż z łąki. Także MROCKOWSKI i in. [1996] obserwowali zmniejszone wymycie azotanów z pola obsianego mieszkanką koniczyny z trawami w porównaniu do pola obsianego koniczyną czerwoną.

Tabela 2; Table 2

Stężenie N-NO<sub>3</sub> w wodzie gruntowej (średnie roczne, mg·dm<sup>-3</sup>)  
Concentration of N-NO<sub>3</sub> in ground water (annual means, mg·dm<sup>-3</sup>)

Rok Year	Poziom wody gruntowej – 40 cm Ground water level – 40 cm			Poziom wody gruntowej – 80 cm Ground water level – 80 cm		
	trawy grasses	trawy + konicz. biała grasses + white clover	koniczyna biała white clover	trawy grasses	trawy + konicz. biała grasses + white clover	koniczyna biała white clover
1995	1,78	1,96 <sup>46*</sup>	2,54 <sup>100</sup>	2,23	2,85 <sup>63</sup>	2,78 <sup>100</sup>
1996	1,67	2,07 <sup>42</sup>	2,14 <sup>85</sup>	1,18	1,31 <sup>27</sup>	1,63 <sup>67</sup>
1997	2,12	1,71 <sup>25</sup>	2,09 <sup>90</sup>	1,17	2,58 <sup>26</sup>	1,67 <sup>87</sup>
1998	2,12	2,76 <sup>15</sup>	4,31 <sup>61</sup>	1,49	2,21 <sup>35</sup>	3,00 <sup>49</sup>
Średnia z lat Average from years	1,92	2,13	2,77	1,52	2,24	2,27

\* – średni w sezonie wegetacyjnym udział koniczyny białej w runi w %; average white clover percentage in sward during vegetation season

Analiza danych zawartych w tabelach 2 i 3 wskazuje także na zróżnicowanie stężeń N-NO<sub>3</sub> w zależności od poziomu wody gruntowej, szczególnie widoczne to jest w przypadku odcieków. Przy pwg – 40 cm notowano wyższe war-

tości stężeń N-NO<sub>3</sub> w odciekach i w wodzie gruntowej spod traw (odpowiednio: 0,67 i 1,92 mg·dm<sup>-3</sup>) niż przy pwg – 80 cm. W przypadku mieszanki traw z koniczyną białą zarówno w wodzie gruntowej, jak i w odciekach wyższe wartości stężeń zanotowano przy poziomie wody gruntowej (pwg) na 80 cm, które wynosiły odpowiednio: 2,24 i 2,38 mg·dm<sup>-3</sup> niż przy pwg – 40 cm. Natomiast przy uprawie samej koniczyny uzyskano wyższe stężenie w wodzie gruntowej przy jej poziomie 40 cm (2,77 mg·dm<sup>-3</sup>), natomiast w odciekach – przy poziomie 80 cm (6,09 mg·dm<sup>-3</sup>). Wysokie stężenia N-NO<sub>3</sub> w odciekach spod koniczyny białej w siewie czystym odnotowano w 1998 r. Spowodowane były one zmniejszeniem się, o ok. 50%, jej udziału w pokryciu. Azot z mineralizacji obumarłych części roślin nie został wbudowany w biomasę roślin oraz w substancję organiczną gleby i przedostał się do odcieków.

Tabela 3; Table 3

Średnie stężenie N-NO<sub>3</sub> w wodzie z odcieków w mg·dm<sup>-3</sup> w zależności od rodzaju runi poprzez poziomy wody gruntowej

Concentration of N-NO<sub>3</sub> in leakage (mg·dm<sup>-3</sup>) depending on kind of vegetation through the ground water levels

Odcieki z okresu: Leakage from period:	T			T+K			K		
	pwg 40	pwg 80	średnia average	pwg 40	pwg 80	średnia average	pwg 40	pwg 80	średnia average
12–21 IX 1996 **	0,37	0,14	0,26 a <sup>1</sup>	0,30	4,82	2,56 c	0,82	1,71	1,27 b
22 XI 1996–3 III 1997	0,89	0,61	0,92 a	1,96	3,62	2,79 ab	6,15	3,78	4,96 b
4 III–7 IV 1997	0,42	0,23	0,33 a	1,03	2,16	1,60 a	6,19	5,67	5,93 b
8 IV–5 V 1997	0,41	0,24	0,33 a	0,50	3,70	2,10 a	5,68	6,72	6,20 a
10 X–28 XI 1997	0,09	0,10	0,10 a	0,32	0,29	0,31 a	1,90	2,60	2,25 b
29 XI–11 XII 1997	0,21	0,31	0,26 a	0,26	0,37	0,32 a	1,43	3,32	2,38 a
12 XII 1997–5 I 1998	1,16	0,22	0,69 a	0,72	0,35	0,54 a	3,24	4,24	3,74 a
6 I–20 I 1998	0,21	0,15	0,18 a	0,24	0,38	0,31 a	3,58	5,17	4,38 b
21 I–16 II 1998	0,91	0,30	0,61 a	3,33	1,56	2,45 a	7,57	9,39	8,48 b
17 II–15 III 1998	0,30	0,23	0,27 a	1,56	2,24	1,90 a	7,08	10,35	8,72 b
16 III–14 IV 1998	1,05	1,09	1,07 a	2,78	5,99	4,39 a	10,99	16,03	13,51 b
15 IV–25 V 1998	1,90	1,83	1,87 a	4,82	6,63	5,73 ab	9,47	13,23	11,35 b
26 V–30 VI 1998	0,61	0,72	0,67 a	0,88	0,63	0,76 a	1,02	1,50	1,35 a
1 VII–7 IX 1998	0,88	0,70	0,79 a	1,99	0,58	1,29 a	0,66	1,52	1,09 a

pwg poziom wody gruntowej; ground water level (g.w.l.)

1 literami oznaczono grupy jednorodnie wg testu Tukey'a; homogenous groups by Tukey's test marked with letters

\* T mieszanka traw; grasses

T+K mieszanka traw z koniczyną białą; grasses with white clover

K koniczyna biała w siewie czystym; pure white clover

\*\* w tym terminie zaznaczył się także istotny wpływ poziomu wody gruntowej na stężenie N-NO<sub>3</sub>, stąd wyznaczono grupy jednorodnie średnich z rodzaju runi dla każdego poziomu wody gruntowej, i tak: dla pwg 40 śr. = 0,50 (a) oraz przy pwg 80 śr. = 2,22 (b); significant effect of ground water level on N-NO<sub>3</sub> concentration was appeared in this period and that is just why the homogenous groups of averages from kind of vegetation for each ground water level were pointed out: for g.w.l. 40 average = 0.50 group (a) and for g.w.l. 80 average = 2.22 group (b)

PIEKUT i PAWŁAT [1996] zwracają uwagę, że w miarę obniżania się poziomu wody gruntowej ilość odcieków dopływających do wód gruntowych malała, szczególnie na glebach zwięzlejszych. Ilość odcieków związana jest również z plonowaniem. Potwierdzeniem tego spostrzeżenia może być ilość odcieków uzyskana spod poszczególnych mieszanek i koniczyny białej w siewie czystym w omawianym doświadczeniu. Mniejsze ilości odcieków uzyskano spod koniczyny uprawianej na pwg – 40 cm. Dawala ona w tych warunkach w ciągu trwania doświadczenia wyższe średnio ok. 0,5 t s.m.·ha<sup>-1</sup> plony niż w wariancie z pwg – 80 cm. Natomiast odwrotna sytuacja wystąpiła w przypadku traw i mieszanki traw z koniczyną, które zawsze lepiej plonowały – średnio o około 1,7 (T) i 1,3 (T+K) t s.m.·ha<sup>-1</sup> – w wariancie z niżżej położonym lustrem wody gruntowej.

Tabela 4; Table 4

Ilości odcieków w dm<sup>3</sup> w zależności od rodzaju runi poprzez poziomy wody gruntowej

Amounts of leakage (dm<sup>3</sup>) from under different plant groups through the ground water levels

Odcieki z okresu: Leakage from period:	T			T+K			K		
	pwg 40	pwg 80	średnia average	pwg 40	pwg 80	średnia average	pwg 40	pwg 80	średnia average
12–21 IX 1996 ** <sup>1</sup>	4,50	5,00	4,75 b <sup>1</sup>	4,50	5,00	4,75 b	5,00	6,33	5,67 a
22 XI 1996–3 III 1997	60,33	54,33	57,33 a	52,00	52,67	52,34 a	73,50	80,00	76,75 b
4 III–7 IV 1997	7,00	7,67	7,34 a	5,00	5,67	5,34 a	7,00	7,00	7,00 a
8 IV–5 V 1997	16,33	12,33	14,33 a	12,33	8,00	10,17 a	13,50	13,67	13,59 a
10 X–28 XI 1997	50,00	46,00	47,84 a	53,00	48,00	50,50 a	49,00	54,00	51,50 a
29 XI–11 XII 1997	21,67	19,00	20,34 a	24,00	22,00	23,00 a	24,00	18,00	21,00 a
12 XII 1997–5 I 1998	22,00	20,00	21,00 a	19,00	18,00	18,50 a	18,00	19,00	18,50 a
6 I–20 I 1998	11,00	9,00	10,00 a	13,00	10,00	11,5 a	13,00	12,00	12,50 a
21 I–16 II 1998	28,00	29,00	28,5 a	32,00	26,00	29,00 a	32,00	31,00	31,50 a
17 II–15 III 1998	20,00	18,00	19,00 a	21,00	18,00	19,50 a	17,00	21,00	19,00 a
16 III–14 IV 1998	24,00	22,00	23,00 a	27,00	21,00	24,00 a	23,00	25,00	24,00 a
15 IV–25 V 1998	14,00	15,00	14,50 a	16,00	13,00	14,50 a	11,00	20,00	15,50 a
26 V–30 VI 1998	6,00	15,00	10,50 a	7,00	6,00	6,5 a	8,00	11,00	9,50 a
1 VII–7 IX 1998 ** <sup>2</sup>	51,00	45,00	48,00 a	57,00	44,00	50,50 a	54,00	38,00	46,00 a
Razem; Sum	335,83	317,33	–	342,83	297,34	–	348,00	356,00	–

<sup>1</sup> literami oznaczono grupy jednorodne wg testu Tukey'a; homogenous groups by Tukey's test marked with letters

\*\* w tych terminach zaznaczył się także istotny wpływ poziomu wody gruntowej na ilość odcieków, stąd wyznaczono grupy jednorodne średnich z rodzaju runi dla każdego poziomu wody gruntowej, i tak: \*\*<sup>1</sup> dla pwg 40 śr. = 4,67 (a), a przy pwg 80 śr. = 5,44 (b) oraz \*\*<sup>2</sup> dla pwg 40 śr. = 54,00 (b), a przy pwg 80 śr. = 42,33 (a); significant effect of ground water level on the concentration of N-NO<sub>3</sub> was appeared in these periods and that is just why the homogenous groups of average from kind of vegetation for each ground water level were pointed out:

\*\*<sup>1</sup> for g.w.l. 40 average = 4.67 group (a) and for g.w.l. 80 average = 5.44 group (b) and \*\*<sup>2</sup> for g.w.l. 40 average = 54.00 group (b) and for g.w.l. 80 average = 42.33 group (a)

T, T+K, K, pwg opis pod tabelą 3; description see Table 3

Tabela 5; Table 5

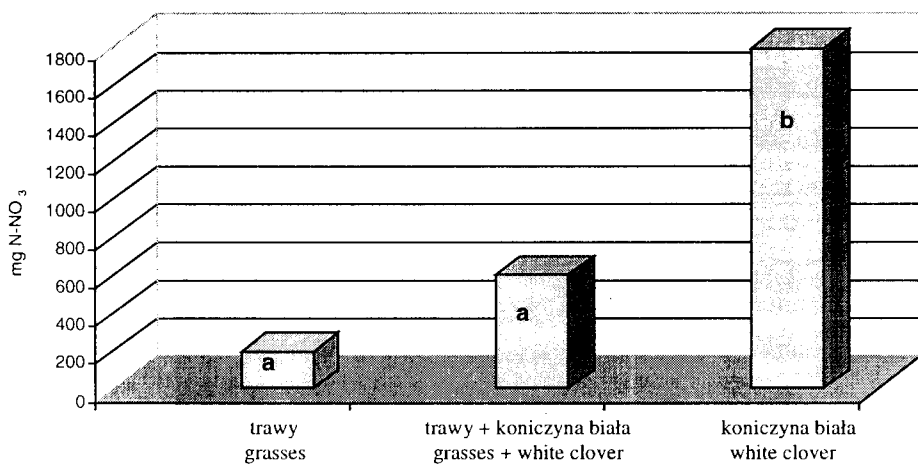
Ładunki N-NO<sub>3</sub> w wodzie z odcieków  
Loads of N-NO<sub>3</sub> in leakage

Odcieki z okresu: Leakage from period:	T			T+K			K		
	pwg 40	pwg 80	średnia average	pwg 40	pwg 80	średnia average	pwg 40	pwg 80	średnia average
12-21 IX 1996	1,63	0,68	1,16 a	1,34	24,12	12,73 c	4,10	10,69	7,40 b
22 XI 1996-3 III 1997	57,20	33,13	45,17 a	100,33	193,37	146,85a	453,25	291,65	372,45b
4 III-7 IV 1997	2,94	1,76	2,35 a	5,07	11,60	8,34 a	43,33	41,60	42,47 b
8 IV-5 V 1997	6,78	3,04	4,91 a	6,14	28,83	17,49 a	76,08	86,89	81,49 b
10 X-28 XI 1997	4,57	4,43	4,50 a	16,26	14,02	15,14 a	92,00	140,44	116,22b
29 XI-11 XII 1997	4,51	5,81	5,16 a	6,15	8,30	7,23 ab	33,08	53,44	43,26 b
12 XII 1997-5 I 1998	24,64	4,32	14,48 a	13,24	6,12	9,68 a	53,40	80,01	66,71 a
6 I-20 I 1998	2,41	1,43	1,92 a	2,95	3,68	3,32 a	44,06	60,41	52,24 b
21 I-16 II 1998	26,99	8,39	17,69 a	105,82	40,53	73,18 a	238,52	299,45	268,99b
17 II-15 III 1998	5,80	4,25	5,03 a	36,65	41,11	38,88 a	121,35	219,08	170,22b
16 III-14 IV 1998	25,41	23,34	24,38 a	82,61	126,95	104,78a	252,77	405,43	329,10b
15 IV-25 V 1998	25,56	27,25	26,41 a	84,59	89,25	86,92ab	104,12	255,67	179,90b
26 V-30 VI 1998	3,46	10,92	7,19 a	7,05	4,08	5,57 a	9,60	17,01	13,31 a
1 VII-7 IX 1998	44,41	32,03	38,22 a	109,00	26,15	67,58 a	35,37	54,55	44,96 a
Razem; Sum (mg) (kg·ha <sup>-1</sup> )	236,31 3,01	160,78 2,05	198,54 a	577,2 7,35	618,11 7,87	597,65 a	1561,03 19,75	2016,32 25,67	1788,67 b

<sup>1</sup> literami oznaczono grupy jednorodne wg testu Tukey'a; homogenous groups by Tukey's test marked with letters

T, T+K, K, pwg opis pod tabelą 3; description see Table 3

O ilości azotu azotanowego(V), jaka wydostaje się poza układ gleba-roślina, decyduje ilość odcieku i stężenie w nim N-NO<sub>3</sub>. W tabeli 5 przedstawiono ładunki N-NO<sub>3</sub>, jakie znajdowały się w wodzie z odcieków. Trawy wykorzystywały azot prawie w całości, a ilość azotu, jaka uległa rozproszeniu, była znikoma (3 kg N-NO<sub>3</sub>·ha<sup>-1</sup> przy pwg - 40 cm i 2 kg N-NO<sub>3</sub>·ha<sup>-1</sup> przy pwg - 80 w ciągu dwóch lat). Odpływ azotu N-NO<sub>3</sub> spod mieszanki traw z koniczyną wyniósł odpowiednio: 7,35 i 7,87 kg N-NO<sub>3</sub>·ha<sup>-1</sup>. Należy zwrócić uwagę, że ta grupa roślin miała do dyspozycji, oprócz azotu wniesionego z nawozem mineralnym, azot pochodzący z wiązania go przez koniczynę. Ilość tego azotu może być znacząca i jak podaje GRZEBISZ i in. za Frame'm [1996], może wynosić od 75-280 kg N·ha<sup>-1</sup> rocznie na nizinnych użytkach zielonych. Największy ładunek azotu azotanowego wypłynął z odciekami spod koniczyny białej w siewie czystym i wynosił 19,75 kg·ha<sup>-1</sup> na obiekcie z pwg - 40 cm i 25,67 kg·ha<sup>-1</sup> na obiekcie z pwg - 80 cm.



Rys. 1. Ładunki N-NO<sub>3</sub>, uśrednione z poziomów wody gruntowej 40 i 80 cm, w odciekach z całego okresu badań w zależności od rodzaju runi (oraz grupy jednorodnej wg testu Tukey'a)

Fig. 1. Loads of N-NO<sub>3</sub> (as average from ground water levels: 40 and 80 cm) in leakage for investigated period (and homogenous groups pointed out by Tukey's test).

Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu poziomu wody gruntowej na wielkość ładunków N-NO<sub>3</sub> w odciekach, natomiast ich wielkość zależała w istotny sposób od rodzaju runi (rys. 1).

## Wnioski

Krótki okres badań nie pozwala na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków. Na podstawie uzyskanych wyników można wysnuć następujące spostrzeżenia:

1. Najniższe stężenia N-NO<sub>3</sub> w wodzie gruntowej wystąpiły pod uprawą mieszanki traw nawożonej azotem mineralnym, a najwyższe stężenia azotu azotanowego w wodzie gruntowej notowano w przypadku uprawy koniczyny białej w siewie czystym.
2. Najmniejsze straty azotu, a tym samym najlepsze jego wykorzystanie, zaobserwowano przy uprawie mieszanki traw, niezależnie od poziomu wody gruntowej. Wyższe straty azotu notowano przy uprawie mieszanki traw z koniczyną białą.
3. Z uprawy koniczyny białej w siewie czystym poza układ gleba-roślina wydostała się największa ilość azotu i była zależna od poziomu wody gruntowej.
4. Na wielkość ładunków azotu azotanowego w odciekach miał istotny wpływ skład florystyczny runi, natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu poziomu wody gruntowej na ich wielkość.

## Literatura

- BOROWIEC S., ZABŁOCI Z. 1996. *Wpływ rolniczego użytkowania i okrywy roślinnej na stężenia azotanów w ciekach i odciekach drenarskich północno-zachodniej Polski*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 19–25.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S. 1996. *Role of permanent grasslands in protection of surface and ground water quality*. „Grassland and land use systems”. 16<sup>th</sup> EGF Meeting Grado (Italy), 15–19 IX 1996: 723–726.
- GRZEBISZ W., KRYSZAK J., DIATTA J.B. 1999. *Grass/legume mixture as a way to increase nitrogen efficiency in agriculture*, w: *Nitrogen cycle and balance in Polish agriculture*. IMUZ, Falenty: 178–189.
- MRO CZKOWSKI W., RUSZKOWSKA M., KUSIO M. 1996. *Wymywanie azotanów spod wybranych roślin motylkowatych uprawianych w zmianowaniu w warunkach doświadczenia lizymetrycznego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 269–275.
- PIEKUT K., PAWŁAT H. 1996. *Bilans azotu w ekosystemach łąkowych w zróżnicowanych warunkach glebowo-wodnych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 291–299.
- SAPEK A. 1996a. *Zagrożenie zanieczyszczenia wód azotem w wyniku działalności rolniczej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 309–329.
- SAPEK A. 1996b. *Udział rolnictwa w zanieczyszczaniu wody składnikami nawozowymi*. Zesz. Eduk. IMUZ, Falenty 1: 9–33.
- SAPEK B. 1996c. *Mineralizacja materii organicznej w glebach łąkowych jako źródło azotu*. Zesz. Eduk. IMUZ, Falenty 1: 75–85.
- SMOROŃ S., KOPEĆ S., MISZTAŁ A. 1996. *Dynamika azotanów w wodach infiltrujących przy różnych uprawach rolniczych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 367–374.
- TERLIKOWSKA K. 1996. *Wpływ koniczyny białej w runi łąkowej na wymywanie azotu mineralnego do wody gruntowej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 381–386.

**Słowa kluczowe:** koniczyna biała, mieszanki traw z koniczyną białą, wymywanie azotu azotanowego, jakość wód gruntowych

## Streszczenie

W doświadczeniu założonym w 1994 roku na stacji lizymetrycznej we Władstawowie k. Elbląga badano wpływ różnego udziału koniczyny białej w runi łąkowej na zawartość azotu azotanowego w wodzie odciekającej i wodzie gruntowej przy zróżnicowanym jej poziomie. W badaniach uwzględniono: mieszankę traw, mieszankę traw z koniczyną białą i koniczynę białą w siewie czystym. Stosowano jednakowe nawożenie fosforowo-potasowe. Mieszanki traw i traw z koniczyną nawożono 180 kg N·ha<sup>-1</sup>, koniczyna biała w siewie czystym nie była nawożona azotem. W lizymetrach utrzymywano dwa poziomy wody gruntowej: 40 i 80 cm. Najniższe stężenia N-NO<sub>3</sub> zaobserwowano w wodzie gruntowej i w odciekach spod traw, najwyższe – spod koniczyny białej w siewie czystym. Trawy także najlepiej wykorzystały azot – ilość wymytego azotu azotanowego wynosiła 2–3 kg N-NO<sub>3</sub>·ha<sup>-1</sup>, podczas gdy spod uprawy koniczyny w siewie czystym w odciekach było 19,7–25,7 kg N-NO<sub>3</sub>·ha<sup>-1</sup>.



EFFECT OF WHITE CLOVER (*Trifolium pratense*)  
IN THE MEADOW SWARD ON N-NO<sub>3</sub> CONCENTRATION  
IN LEAKAGES AND IN GROUNDWATER

Krystyna Terlikowska

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

Key words: white clover, grass/clover mixtures, nitrate leaching, ground water quality

Summary

In 1994, at the lysimetric station Władysławowo, near Elbląg, grass mixture (*Lolium perenne* + *Festuca pratensis*), grass/legume mixture (*Lolium perenne* + *Festuca pratensis* + *Trifolium repens*) and pure white clover (*Trifolium repens*) were sown. Two levels of ground water were kept: 40 and 80 cm. Both mixtures (grass and grass/clover) were fertilized with nitrogen dose 180 kg·ha<sup>-1</sup>·year<sup>-1</sup>, pure white clover – without N fertilization. PK fertilization was the same for all treatments: P – 39.30 kg·ha<sup>-1</sup>·year<sup>-1</sup> and K – 83.0 kg·ha<sup>-1</sup>·year<sup>-1</sup>. The influence of white clover share in the sward on concentration of nitrate in leakage and ground water was estimated in the experiment. The lowest N-NO<sub>3</sub> concentration was observed in ground water and in leakage from under grass mixture, the highest – from under pure white clover. Grass mixture also utilized nitrogen best of all; the amount of leaked N-NO<sub>3</sub> being from under such sward 2–3 kg·ha<sup>-1</sup>, from under white clover reached 19.7–25.7 kg·ha<sup>-1</sup>.

Mgr inż. Krystyna **Terlikowska**

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

Żuławski Ośrodek Badawczy

ul. Giermków 5

82–300 ELBLĄG

e-mail: imuz@pro.onet.pl