

ELŻBIETA JOLANTA BIELIŃSKA, HENRYK DOMŻAŁ

## DYNAMIKA RÓŻNYCH FORM AZOTU W GLEBIE UŻYTKOWANEJ SADOWNICZO

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego  
Akademii Rolniczej w Lublinie

### WSTĘP

Różnorodność form występowania azotu, a także bezpośredni związek przemian azotowych z procesami biologicznymi zachodzącymi w glebie, uzasadnia celowość zastępowania statycznego określania zawartości poszczególnych form azotu przez badanie ich dynamiki. Poznanie przemian związków azotowych w glebach jest warunkiem prowadzenia właściwej gospodarki azotem w produkcji rolniczej. Wśród czynników agroekologicznych modyfikujących naturalny zespół przemian azotu w glebie określony wpływ wywiera rodzaj użytkowania [Novak 1977].

System uprawy gleby w sadach polegający na utrzymywaniu ugoru herbicydowego w rzędach drzew i murawy w międzyrzędziach stwarza warunki do znacznego zróżnicowania jej właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych [Gostkowska i in. 1993; Kozanecka, Kępka 1996; Kozanecka i in. 1996].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wieloletniego użytkowania sadowniczego na dynamikę zmian różnych form azotu w całym profilu glebowym w okresie wegetacyjnym w zależności od nawożenia i sposobu utrzymania gleby.

### MATERIAŁ I METODYKA

Badania wykonano w latach 1991–1993 w sadzie jabłoniowym położonym na terenie RZD Felin na Płaskowyżu Świdnickim (tab. 1). Sad od 1980 roku jest terenem doświadczeń nawozowych Katedry Sadownictwa Akademii Rolniczej w Lublinie. Cechy obiektu wybranego do badań pozwalają stwierdzić, że jest to gleba płowa z rzędu brunatnoziemnych – wytworzona z utworu pyłowego, niecałkowitego, zalegającego na marglu kredowym – o budowie: O-A-E-Bt-C/R. W wyniku uprawy pierwotny poziom wymywania E uległ zanikowi i został wraz z poziomami organicznym O oraz próchnicznym A przekształcony w warstwę orno-próchniczną Ap. Gleba ta wzięta pod uprawę sadowniczą charakteryzuje się budową: Ap-Bt-C/R. Analiza profilu glebowego nie wykazała istnienia procesów

TABELA 1. Średnie miesięczne opady i temperatura powietrza  
TABLE 1. Mean monthly precipitation and temperature of air

Rok Year	Opady – Precipitation [mm]							Temperatura – Temperature [°C]						
	Miesiące – Months							Miesiące – Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1991	18,3	55,4	75,2	40,7	56,6	70,1	16,4	6,8	10,6	15,6	18,6	17,6	14	7,5
1992	58,3	53,9	32,9	43,2	8,1	114	101	7,0	12,6	17,7	18,8	21,3	12	5,6
1993	38,8	58,6	67,9	77,8	73,7	48,0	39,7	8,1	15,9	15,3	16,3	16,5	11,8	8,4

glejowych [Domżał, Pranagal 1995]. Skład granulometryczny gleby (tab. 2) wskazuje, że jest to utwór pyłowy gliniasty niecałkowity.

Badaniami objęto następujące objekty: A – kombinacja z corocznie największymi dawkami nawozów w kg/ha: N – 150, K<sub>2</sub>O – 300, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 75 – pas herbicydowy i pas murawy. Nawozy każdego roku wysiewano jednorazowo w postaci saletry amonowej, soli potasowej 60% i superfosfatu potrójnego; K – kombinacja kontrolna bez nawożenia od 1980 roku – pas herbicydowy i pas murawy. Na podstawie składu granulometrycznego (tab. 2) oraz ze względu na zróżnicowaną w zależności od głębokości presję rośliny i stosowanych zabiegów agrotechnicznych, próbki glebowe do badań pobierano z sześciu głębokości obejmujących główne poziomy genetyczne gleby: z poziomu Ap z warstw 5–10 cm i 20–25 cm, z poziomu Bt z warstw 30–35 cm i 50–55 cm, z poziomu przejściowego do skały macierzystej C/R – 70–75 cm i z poziomu skały podścielającej (margiel kredowy) R – 100–120 cm. Próbkę pobierano w kwietniu, przed nawożeniem (I termin). W glebach lekkich zawartość N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na wiosnę, przed nawożeniem, jest bliska zeru, a w cięższych (np. lessy) zależy od nawożenia w poprzednim roku [Faby, Nauman 1986]. Następne próbki pobierano: 5 tygodni po nawożeniu (II termin) i 10 tygodni po wysianiu nawozów (III termin) – ze względu na to, że jony NO<sub>3</sub><sup>-</sup> łatwo ulegają wymywaniu w głąb profilu glebowego, zwłaszcza przez letnie opady [White, Greenham 1967] – oraz w październiku (IV termin).

W próbkach glebowych oznaczono: N ogółem (metodą Kjeldahla); N łatwo hydrolizujący (kolorymetrycznie metodą Bremnera i Keeneya); N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (kolorymetrycznie zmodyfikowaną metodą brucynową); N–NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (kolorymetrycznie metodą Nesslera) i pH<sub>KCl</sub> (potencjometrycznie). Jednorazowo, w pierwszym roku badań, oznaczono skład granulometryczny (metodą areometryczną w modyfikacji Prószyńskiego) i zawartość węgla ogółem (metodą Tiurina w modyfikacji Simakowa). Obliczono też procentowy udział poszczególnych form azotu w stosunku do ogólnej jego ilości. Wyniki badań opracowano statystycznie. Charakterystykę warunków meteorologicznych (opady i temperatura) w okresie prowadzonych badań podano w tabeli 1.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Nawożenie spowodowało wzrost zakwaszenia w granicach od 0,2 do 2,2 jednostki pH w porównaniu z kombinacją bez nawożenia (tab. 2). Największe

TABELA 2. Skład granulometryczny, zawartość węgla ogółem w glebie badanych obiektów i zakres wahań  $pH_{KCl}$  w latach 1991–1993TABLE 2. Granulometric composition, total carbon in soil in the investigated objects and  $pH_{KCl}$  in 1991–1993

Obiekt Object	Warstwa Layer [cm]	Procent cząstek o średnicy [mm] Per cent of particles in dia [mm]			$pH_{KCl}$	C ogółem C total [mg/g]
		1,0–0,01	0,01–0,02	<0,02		
		AH	5–10	23		
	20–25	22	41	37	4,1–4,5	7,55
	30–35	18	39	50	4,9–5,0	3,71
	50–55	24	42	34	5,1–5,3	2,17
	70–75	50	28	22	5,1–5,4	1,29
	100–120	49	24	27	5,8–6,3	1,98
AM	5–10	23	43	34	4,2–4,8	11,04
	20–25	22	43	35	5,3–5,6	8,76
	30–35	19	41	40	5,6–5,8	3,97
	50–55	21	42	37	5,3–5,7	3,09
	70–75	45	30	25	5,3–5,8	2,05
	100–120	40	29	31	5,9–6,3	2,72
KH	5–10	25	41	34	5,2–5,6	9,38
	20–25	23	40	37	5,1–5,6	6,80
	30–35	21	40	39	5,2–5,7	3,45
	50–55	31	35	34	5,2–5,6	1,56
	70–75	59	20	21	5,3–5,7	1,03
	100–120	47	23	30	6,2–6,5	1,41
KM	5–10	25	39	36	5,6–5,9	10,90
	20–25	27	39	34	5,7–5,8	7,71
	30–35	28	38	34	5,4–5,9	3,63
	50–55	38	34	28	5,4–6,0	1,89
	70–75	68	16	16	5,5–6,0	1,30
	100–120	50	20	30	6,0–6,4	1,60

## Objaśnienia (Remarks):

A – sad nawożony (orchard fertilized): 525 kg NPK per ha

K – sad bez nawożenia mineralnego (orchard without mineral fertilization)

H – ugor herbicydowy (herbicide fallow), M – murawa (sod)

zakwaszenie gleby obejmujące cały profil stwierdzono w kombinacji nawożonej w pasie herbicydowym. Obniżenie odczynu gleby na ugorze herbicydowym obserwowano także w kombinacji bez nawożenia. Wieloletnie utrzymywanie ugoru herbicydowego zmniejszyło także zawartość węgla ogółem zarówno w glebie nawożonej, jak i w kombinacji bez nawożenia (tab. 2).

Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w glebie badanych obiektów była zróżnicowana w zależności od nawożenia i sposobu utrzymania gleby (tab. 3 i 4). Istotny wpływ nawożenia na zawartość N łatwo hydrolizującego w glebie stwierdzono w II i III terminie, zaś istotny wpływ sposobu utrzymania gleby odnotowano w IV terminie pobierania prób (tab. 3).

Ilość N łatwo hydrolizującego w glebie wykazywała znaczne wahania sezonowe (tab. 3). Potwierdza to bardzo wysoka wartość współczynnika korelacji ( $r =$

TABELA 3. Wpływ nawożenia i sposobu utrzymania gleby w sadzie na zawartość różnych form azotu w glebie w zależności od terminów pobierania próbek (wartości średnie z lat 1991–1993)

TABLE 3. Effect of fertilization and of soil management system in orchard on the content of different forms of nitrogen in soil as the effect of sampling dates (mean for 1991–1993)

Termin Sampling date	Obiekt Object	N ogółem	N łatwo hydrolizujący	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
		N total	N easily hydrolyzing	[μg/g]	
I	AH	1,94 de	0,49 c	76,39 c	109,88 c
	AM	1,96 de	0,48 c	28,81 ab	116,60 c
	KH	1,83 d	0,46 c	8,48 a	104,86 c
	KM	1,92 de	0,47 c	7,23 a	101,24 c
II	AH	2,28 g	0,75 ef	123,80 d	82,38 ab
	AM	2,28 g	0,76 ef	79,04 c	71,53 a
	KH	1,86 d	0,65 d	11,86 a	65,88 a
	KM	2,14 f	0,70 e	4,54 a	69,93 a
III	AH	2,42 h	0,94 g	126,11 d	79,90 ab
	AM	2,32 g	0,91 g	71,39 c	77,47 ab
	KH	1,69 c	0,74 e	9,03 a	78,37 ab
	KM	1,80 d	0,77 e	2,38 a	74,53 ab
IV	AH	1,68 c	0,36 ab	70,90 c	78,25 ab
	AM	1,49 b	0,28 a	17,87 a	81,59 a
	KH	1,18 a	0,32 a	0,64 a	79,34 ab
	KM	1,27 a	0,33 ab	0,31 a	83,06 ab
NIR <sub>0,05</sub>		0,10	0,04	24,39	8,86

Średnie, po których występują te same litery nie różnią się istotnie.

Means followed by the same letters do not differ significantly.

Objaśnienia (Remarks): jak w tabeli 2 (as in Table 2).

0,87\*\*\*) między tą formą azotu a terminami pobierania prób (tab. 5). Na wiosnę (I termin) zawartość N łatwo hydrolizującego w glebie była niska i wynosiła 25% N ogółem (tab. 6). W II terminie następował wzrost zawartości tego składnika do 34% N ogółem, osiągając maksimum wynoszące 40% w lipcu (III termin). W IV terminie (jesiennym) procentowy udział N łatwo hydrolizującego w N ogółem był około dwukrotnie mniejszy niż w lipcu.

Stwierdzono istotną zależność pomiędzy sezonowymi zmianami zawartości N łatwo hydrolizującego a ilością N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ( $r = 0,48^*$ ), tabela 7.

Wieloletnie nawożenie saletrą amonową spowodowało kilkunastokrotny wzrost zawartości N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w glebie w porównaniu z kombinacją bez nawożenia (tab. 3). Stosowanie ugoru herbicydowego podniosło około dwukrotnie ilość azotanów w porównaniu z glebą pod murawą (tab. 3). W kwietniu (przed nawożeniem) zawartość jonów NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w glebie nawożonej była ok. 9-krotnie większa w pasie herbicydowym i ok. 4-krotnie większa w pasie pod murawą niż w glebie bez nawożenia. W kombinacji nawożonej odnotowano w I terminie 3-krotnie więcej tego składnika pod ugiem herbicydowym niż pod murawą. W kombinacji nie nawożonej zawartość jonów NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w glebie pod ugiem herbicydowym i pod murawą w I terminie była podobna. W okresie wegetacyjnym ilość tych jonów

TABELA 4. Wpływ nawożenia i sposobu utrzymania gleby w sadzie na zawartość różnych form azotu w glebie w zależności od głębokości (wartości średnie z lat 1991–1993)

TABLE 4. Effect of fertilization and of soil management system in orchard on the content of different forms of nitrogen in soil as the effect of depth (mean for 1991–1993)

Objekt Object	Głębokość Depth [cm]	N ogółem	N łatwo hydrolizujący	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
		N total	N easily hydrolyzing		
		[mg/g]		[µg/g]	
AH	5–10	3,24 k	0,69 abcd	70,96 abc	94,62 ab
	20–25	2,48 i	0,65 abcd	60,73 ab	82,15 a
	30–35	1,90 f	0,63 abc	53,19 ab	77,14 a
	50–55	1,57 c	0,58 abc	100,12 abc	90,04 ab
	70–75	1,26 b	0,57 ab	98,43 abc	78,57 a
	100–120	2,03 fg	0,67 abcd	212,38 e	103,10 abc
AM	5–10	3,41 l	0,71 abcd	59,22 ab	89,61 ab
	20–25	2,39 i	0,64 abcd	39,81 ab	81,95 ab
	30–35	1,74 e	0,59 abc	10,61 a	79,99 a
	50–55	1,45 c	0,55 ab	28,11 a	87,36 ab
	70–75	1,20 b	0,52 ab	26,82 a	77,85 a
	100–120	1,88 f	0,62 abc	128,05 abcd	104,03 abc
KH	5–10	2,48 i	0,61 abc	17,33 a	82,77 ab
	20–25	2,00 fg	0,58 abc	11,95 a	79,06 a
	30–35	1,60 cd	0,55 ab	5,61 a	77,09 a
	50–55	1,25 b	0,51 a	4,17 a	83,55 ab
	70–75	1,02 a	0,46 a	2,74 a	71,35 a
	100–120	1,47 c	0,56 ab	3,23 a	98,85 abc
KM	5–10	3,10 j	0,62 abc	8,23 a	82,26 a
	20–25	2,19 h	0,62 abc	3,35 a	79,51 a
	30–35	1,60 cd	0,57 ab	3,01 a	76,74 a
	50–55	1,30 b	0,53 ab	1,60 a	86,35 ab
	70–75	1,01 a	0,49 a	1,24 a	75,05 a
	100–120	1,50 c	0,60 abc	4,26 a	93,22 ab
NIR <sub>0,05</sub>		0,13	0,05	30,94	11,23

Objaśnienia (Remarks): jak w tabeli 2 (as in Table 2).

TABELA 5. Korelacja między zawartością różnych form azotu a terminami pobierania prób  
TABLE 5. Coefficients of correlation between the different forms of nitrogen content and sampling dates

	N łatwo hydrolizujący N easily hydrolyzing	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Terminy Sampling dates	0,87**	0,91**	0,03
**P = 0,01			

TABELA 6. Procentowy udział różnych form azotu w N ogółem w glebie (średnie z lat i głębokości)

TABLE 6. Percentage share of various forms of nitrogen of total N in soil (mean for years and depths)

Forma azotu Form of nitrogen	Obiekt – Object															
	AH				AM				KH				KM			
	Termin – Sampling date															
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
N*	25	33	39	21	24	33	39	19	26	35	44	27	25	33	43	26
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,9	5,4	5,2	4,2	1,5	3,5	3,1	1,2	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,2	0,1	0,0
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	5,7	3,6	3,3	4,7	6,0	3,1	3,5	5,5	5,7	3,5	4,6	6,7	5,3	3,3	4,1	6,5

Objaśnienia (Remarks): jak w tabeli 2 (as in Table 2).

N\* – azot łatwo hydrolizujący – N easily hydrolyzing.

zwiększyła się pod ugiorem herbicydowym, a nie wzrosła pod murawą (tab. 3). Nawożenie i stosowanie ugoru herbicydowego spowodowało gwałtowny wzrost ilości azotanów w głębszych warstwach gleby, natomiast w międzyrzędziu murawa ograniczyła przemieszczanie się tego składnika w głąb profilu (tab. 4). W kombinacji nawożonej stwierdzono akumulację azotanów w warstwie 100–120 cm. W obiektach nie nawożonych zawartość azotanów zmniejszała się wraz ze wzrostem głębokości w ciągu całego sezonu wegetacyjnego. W IV terminie (jesiennym) odnotowano spadek zawartości N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w glebie wszystkich badanych obiektów. Współczynnik korelacji między zawartością N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a terminami pobierania próbek był bardzo wysoki ( $r = 0,91^{**}$ ), tabela 5. Udział tej formy azotu w N ogółem wahał się w okresie wegetacyjnym w kombinacji nawożonej od ok. 1 do 5%, w kombinacji bez nawożenia od ok. 0,1 do 0,5% (tab. 6).

Wpływ nawożenia i sposobu utrzymania gleby w sadzie na zawartość azotu amonowego w glebie był znacznie mniejszy niż na zawartość formy azotanowej (tab. 3 i 4). W ciągu sezonu wegetacyjnego zawartość N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pozostawała w glebie na zbliżonym poziomie, jedynie w I terminie (wiosennym) obserwowano wiecej tej formy azotu w glebie w stosunku do pozostałych terminów (tab. 3).

Udział N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> w N ogółem w sezonie wegetacyjnym zmieniał się w granicach od około 3 do 6% (tab. 6). Profilowe zmiany zawartości formy amonowej w glebie były nieznaczne (tab. 4).

TABELA 7. Korelacje między różnymi formami azotu w glebie

TABLE 7. Coefficients of correlation between the different forms of nitrogen in the soil

	N łatwo hydrolizujący N easily hydrolyzing	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,48*		-0,02
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,38	-0,02	
*P = 0,01			

## DYSKUSJA

Maksymalną zawartość azotu łatwo hydrolizującego w glebie obserwowano w lipcu (III termin). Podobne wyniki uzyskali Łoginow i Kaszubiak [1964], którzy tłumaczą to dynamicznym przekształcaniem się trudno rozpuszczalnych form azotu w łatwiej rozpuszczalne w okresie letnim. Wysoce istotny wpływ terminów pobierania prób na zawartość N łatwo hydrolizującego w glebie ( $r = 0,87^{**}$ ) można uzasadnić tym, że dynamika zmian tego składnika związana jest z nasileniem procesu mineralizacji substancji organicznej. Istotna zależność między zawartością N łatwo hydrolizującego i  $N-NO_3^-$  w glebie ( $r = 0,48^*$ ) wskazuje na przejściowy charakter łatwo hydrolizujących form azotu. Sugestia ta znajduje potwierdzenie w wynikach badań Łoginowa i Kaszubiak [1964]. Istotny wpływ nawożenia na zawartość N łatwo hydrolizującego w glebie w II i III terminie można uzasadnić następczym działaniem nawozów mineralnych [Fotyma, Pentkowski 1981]. Natomiast zróżnicowanie zawartości tego składnika w zależności od sposobu utrzymania gleby w sadzie było prawdopodobnie efektem odmiennych warunków wpływających na mineralizację substancji organicznej pod ugiem herbicydowym i pod murawą.

Wpływ intensywnego nawożenia gleby saletrą amonową oraz stosowania ugiu herbicydowego na zwiększenie zawartości  $N-NO_3^-$  jest zgodny z badaniami wielu autorów [m.in. Kozak i in. 1989; Kozanecka 1995]. Badania Gostkowskiej i in. [1993] dowodzą, że wysokie dawki nawozów mineralnych i stosowanie ugiu herbicydowego wpływa na bierną akumulację jonów  $NO_3^-$  w glebie, co jest efektem braku sorpcji biologicznej.

Stwierdzono, że w kwietniu (przed nawożeniem) w glebie nawożonej zawartość jonów  $NO_3^-$  była większa pod ugiem herbicydowym niż pod murawą. Podobne tendencje obserwowali Faby i Nauman [1986]. Inne wyniki uzyskała Kozanecka [1995], która wiosną, przed nawożeniem, stwierdziła zbliżoną zawartość  $N-NO_3^-$  w omawianych obiektach. Odnotowany spadek zawartości azotanów w glebie w IV terminie (jesiennym) obserwowali również Kozanecka [1995]; White i Greenham [1967]. Łoginow i Kaszubiak [1964] donoszą, że spadek zawartości  $N-NO_3^-$  w glebie jesienią jest wynikiem obniżenia temperatury i wzrostu wilgotności gleby. Natomiast Tschapliński i in. [1991] stwierdzili wzrost zawartości  $N-NO_3^-$  w glebie w miesiącach jesiennych. W glebie nawożonej pod ugiem herbicydowym obserwowano przemieszczanie się jonów  $NO_3^-$  w głąb gleby, co potwierdzają między innymi Kopeć i in. [1991] i Kozanecka [1995]. Natomiast w glebie pod murawą odnotowano ograniczenie szybkości migracji azotanów, co można uzasadnić mniejszą ilością wody przedostającej się w głąb profilu pod murawą niż pod ugiem herbicydowym.

Nie stwierdzono istotnego wpływu nawożenia na zawartość  $N-NH_4^+$  w glebie. Podobne tendencje obserwowali Kozak i in. [1989]. Wpływ nawożenia azotem na akumulację jonów  $N-NH_4^+$  w glebie stwierdzili natomiast inni autorzy [Kozanecka 1995; Tschapliński i in. 1991]. Zgodnie z badaniami Kozaneckiej [1995] nie notowano natomiast przemieszczania się tej formy azotu w głąb gleby nawet przy wysokim poziomie nawożenia. Najwyższa zawartość  $N-NH_4^+$  w glebie w I termi-

nie była prawdopodobnie efektem nasilenia procesu mineralizacji materii organicznej [Marzadori i in. 1995].

## WNIOSKI

1. Wieloletnie intensywne nawożenie gleby saletrą amonową wpłynęło na kilkunastokrotne zwiększenie zawartości  $N-NO_3^-$  w porównaniu z glebą bez nawożenia.
2. Stwierdzono dwukrotnie większą zawartość azotu azotanowego w glebie pod ugiem herbicydowym niż pod murawą.
3. Współdziałanie nawożenia mineralnego i stosowania ugiu herbicydowego powodowało przemieszczanie się jonów  $NO_3^-$  w głąb profilu glebowego i akumulację azotanów na głębokości 100–120 cm, natomiast w niewielkim stopniu wpływało na zawartość i rozmieszczenie w profilu N łatwo hydrolizującego i  $N-NH_4^+$ .
4. Stwierdzono pozytywną korelację między zawartością azotu łatwo hydrolizującego w glebie a zawartością azotu azotanowego.

## LITERATURA

- DOMŻAŁ H., PRANAGAL J., 1995: Pedological characteristics of a research site for studying climate of the cultivated field. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 419: 9–14.
- FABY R., NAUMAN W. D., 1986: *Zeit. Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 149: 639–657.
- FOTYMA M., PENTKOWSKI A., 1981: Działanie następce azotu w członie zmianowania rośliny okopowe - jęczmień jary. *Pam. Puł. IUNG*: 76.
- GOSTKOWSKA K., DOMŻAŁ H., FURCZAK J., BIELIŃSKA J., 1993: Effect of differentiated long-term agricultural utilization of brown soil on its microbiological and biochemical properties. *Pol. J. Soil Sci.*, 26,1: 67–75.
- KOPEĆ S., NOWAK K., SMORON S., 1991: Straty składników nawozowych przez wymywanie w zależności od nawożenia i uprawianej rośliny. *Rocz. Glebozn.* 42, 3/4: 109–114.
- KOZAK N. W., MAKARENKO W. W., KOZAK N. I., 1989: Mineralnyj azot w poczwie jabłoniowego sadu. *Tez. Dokł. 8. Wsiesojuz. Siezda poczwowied.*, Nowosybirsk, 270.
- KOZANECKA T., 1995: Zawartość mineralnych form  $N-NH_4$  i  $N-NO_3$  w glebie sadu jabłoniowego. *Rocz. Glebozn.*, 46, 1/2: 105–117.
- KOZANECKA T., KĘPKA M., 1996: Wpływ czynników agro-ekologicznych na właściwości fizyczne gleby w sadzie jabłoniowym. *Rocz. Glebozn.*, 47, Supl.: 23–30.
- KOZANECKA T., REKOSZ-BURLAGA H., RUSSEL S., 1996: Aktywność mikrobiologiczna gleby w sadzie jabłoniowym w zależności od sposobu jej utrzymania, nawożenia azotem i wapnowania. *Rocz. Glebozn.*, 47, Supl.: 75–84.
- ŁOGINOW W., KASZUBIAK T., 1964: Dynamika azotu w glebie. *Pam. Puł. IUNG*, 14: 25–38.
- MARZADORI C., SCUDELLARI D., MARANGONI B., SIMINI A., ANTISARI L., GESSA C., 1995: Seasonal variation of interlayer ammonium in the soil of a peach orchard. *Acta Horticult.*, 383: 35–46.
- NOVAK B., 1977: Effect of fertilizers on soil microflora. The interaction of soil microflora and environmental pollution. IUNG, Puławy.
- TSCHAPLIŃSKI T. J., JOHNSON D. W., NORBY R. J., TODD D. E., 1991: Biomass and soil nitrogen relationships of a one-year old systeme plantation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55, 3: 841–847.



WHITE G. C., GREENHAM D. W. P., 1967: Seasonal trends in mineral nitrogen content of the soil a long-term NPK trial on dessert apple. *J. Horticult. Sci.* 42: 419–428.

E. J. BIELIŃSKA, H. DOMŻAŁ

## THE DYNAMICS OF VARIOUS FORMS OF NITROGEN IN AN ORCHARD SOIL

Institute of Soil Science and Environmental Management  
Agricultural University of Lublin

### SUMMARY

The study was conducted in the period of 1991–1993 in an apple orchard, located at the Agricultural Experimental Station at Felin, near Lublin on the Świdnicki Plateau on brown earth, of a grey-brown type, derived from silt formations, non-uniform on chalk marl. Since 1980 the orchard has been the object of fertilization studies conducted by the Department of Pomology, Agricultural University in Lublin. Objects selected for the study were the following: AH – orchard fertilized with 525 kg NPK per ha, herbicide strip; AM – orchard fertilized with 525 kg NPK per ha, grass strip; KH – orchard without mineral fertilization, herbicide strip; KM – orchard without mineral fertilization, grass strip. The samples of soil were taken from the depths of 5–10, 20–25, 30–35, 50–55, 70–75 and 100–120 cm at 4 dates in the vegetation period both from herbicide and sod.

Nitrate concentrations in soil were greater in the fertilized plots than in the unfertilized ones. Application of ammonium nitrate and long-term use of herbicides increased the  $N-NO_3^-$  significantly with soil depth. The floor management system in orchard modified the concentrations of different forms of nitrogen in soil. Long-term use of herbicides increased the  $N-NO_3^-$  levels in the soil in comparison with the soil under grass. Fertilization with NPK and soil management method did not have a significant effect of the levels  $N$  easily hydrolyzing and  $N-NH_4^+$  in the soil. The seasonal changes in the content of nitrogen easily hydrolyzing in the soil were positively correlated with the nitrate form.

*Praca wpłynęła do redakcji w lipcu 1997 r.*

*Dr Elżbieta Jolanta Bielińska*

*Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego*

*Akademia Rolnicza w Lublinie*

*20-068 Lublin, ul. Króla Leszczyńskiego 7.*

