

TERESA KOZANECKA

ZASOBNOŚĆ GLEBY PŁOWEJ UŻYTKOWANEJ SADOWNICZO W AZOT ŁATWO HYDROLIZUJĄCY

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

WSTĘP

Obecność rozpuszczalnych form azotu w glebie odzwierciedla zarówno dynamiczną równowagę procesów mineralizacji i humifikacji związków organicznych, jak i gospodarkę azotem w środowisku glebowym sadów. Dla odżywiana roślin ważną jest zawartość w glebie nie tylko mineralnych form azotu, ale również form organicznych, przede wszystkim rozpuszczalnych, do których należą proste formy organiczne azotu, łatwo ulegające hydrolizie. Są to głównie wolne aminokwasy, aminocukry, amidy pochodne zasad purynowych i pirymidynowych. Mogą to być także niektóre frakcje związków próchnicznych na przykład kwasy fulwonowe.

Na zawartość w glebie azotu łatwo hydrolizującego wpływają m.in. takie czynniki, jak: wilgotność, temperatura, zawartość próchnicy, uziarnienie, nawożenie mineralne [Brożek 1984; Chmielewska, Dechnik 1988; Łoginow, Witaszek 1964; Łoginow, Kaszubiak 1964; Maciak 1988].

Celem pracy było określenie zawartości azotu łatwo hydrolizującego w glebie sadu jabłoniowego w zależności od poziomu nawożenia azotem, wapnowania, utrzymywania murawy w międzyrzędziach i ugoru herbicydowego w rzędach drzew. Ponadto prześledzono zmiany tej formy azotu w ciągu sezonu wegetacyjnego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły próbki gleby pobrane z sadu jabłoniowego założonego w Łyczynie w 1965 roku, na glebie płowej, wytworzonej z gliny od góry spiaszczonej. Obiektami badań były kombinacje nie wapnowane i wapnowane, które przez 21 lat nawożono wiosną azotem w dawkach saletry amonowej o wysokości 0, 40, 140 i 240 kg/ha. Ponadto wszystkie objekty nawożono corocznie jednakową dawką potasu (K_2O) w formie soli potasowej wynoszącą 50 kg/ha. Próby gleby pobierano łaską Egnera z głębokości 0–10 cm i 10–20 cm, z pasów 21-letniej murawy, którą utrzymywano w międzyrzędziach drzew i z 5-letniego ugoru herbicydowego w rzędach drzew. Badania prowadzono w następujących terminach: 1 – kwiecień, przed rozsianiem nawozów azotowych, 2 – 5 tygodni po rozsianiu nawozów, 3 termin – 10 tygodni po rozsianiu nawozów, 4 –

we wrześniu, 5 – w październiku. Pobrane próby po wysuszeniu przesiewano przez sito o średnicy 1 mm. W próbach oznaczono zawartość:

- węgla organicznego metodą Tiurina – w próbach mieszanych pobranych w pierwszym terminie z trzech powtórzeń każdego obiektu nawozowego,
- N-ogółem metodą Kjeldahla – w próbach mieszanych z trzech powtórzeń każdego obiektu nawozowego pobranych również w pierwszym terminie,
- N-łatwo hydrolizującego metodą Cornfielda (mineralizacja azotu w glebie podczas inkubacji z 0,1 N NaOH i wiązanie uwolnionego NH_3 przez kwas borowy) w terminach 1, 4 i 5 w próbach mieszanych oraz w terminie 2 i 3 z trzech powtórzeń każdego obiektu nawozowego.

Ocenę wpływu nawożenia azotem, wapnowania oraz utrzymania gleby w postaci murawy i ugoru herbicydowego na zawartość N-łatwo hydrolizującego w glebie opracowano statystycznie na podstawie wyników uzyskanych w drugim i trzecim terminie badań za pomocą programu ANOVA 3.

WYNIKI

Badane obiekty różniły się wyraźnie odczynem gleby (tab. 1). Kombinacje nawożone 140 i 240 kg N/ha i nie wapnowane charakteryzowały się najniższymi wartościami pH gleby w porównaniu z pozostałymi obiektami nawozowymi. Natomiast wapnowanie zastosowane przed sześcioma laty zwiększyło wartości pH obiektów nawozowych na głębokości zarówno 0–10 cm, jak i 10–20 cm.

Zawartość węgla organicznego w poziomie akumulacyjnym gleby badanych obiektów była zróżnicowana (tab. 1). Większe ilości węgla organicznego występowały na głębokości 0–10 cm niż na 10–20 cm. Na głębokości 0–10 cm obiekty nawożone 240 kg N/ha zawierały najwięcej węgla organicznego niezależnie od wapnowania i sposobu utrzymania gleby. Obiekty wapnowane charakteryzowały się nieznacznie większą zawartością węgla niż obiekty nie wapnowane.

Zawartość N-ogólnego w glebie badanych obiektów była na ogół większa na głębokości 0–10 cm niż na głębokości 10–20 cm (tab. 1). Nie zaobserwowano wyraźnej zależności między stosowanymi dawkami azotu, sposobem utrzymania gleby w sadzie a ilością N-ogólnego. Największą zawartością N-ogólnego (0,15%) na głębokości 0–10 cm, wyróżniał się obiekt wapnowany, utrzymywany w ugorze herbicydowym i nawożony dawką N 140 kg/ha.

Wartość stosunku C:N była na ogół wyższa na głębokości 0–10 cm niż na 10–20 cm (tab. 1). Na głębokości 0–10 cm na poletkach nie wapnowanych, nawożonych 140 i 240 kg N/ha stosunek C:N wyraźnie był wyższy zarówno pod murawą, jak i ugorom herbicydowym, a niższy na obiektach nawożonych 0 i 40 kg N/ha. Zaś ugor herbicydowy, wapnowany i nawożony 0 i 40 kg N/ha charakteryzował się wyraźnie wyższą wartością stosunku C:N niż nawożony 140 i 240 kg N/ha.

Wyniki analizy wariancji z obliczeń statystycznych dotyczące wpływu nawożenia azotem, wapnowania i sposobu utrzymania gleby na ilość N-łatwo hydrolizującego w glebie przedstawiono w tabeli 2. W maju na głębokości 0–10 cm 5 tygodni po nawożeniu (drugi termin) stwierdzono istotne zwiększenie się tej formy na obiektach nawożonych N w dawce 240 kg /ha oraz nawożonych 140 kg/ha, ale tylko w porównaniu z obiektem nie nawożonym (tab. 3). W lipcu odnotowano także istotny wzrost tej formy azotu przy 240 kg N/ha. Przy tej dawce nastąpiło także istotne zwiększenie ilości azotu na głębokości 10–20 cm.

Przyrost ilości N-łatwo hydrolizującego w glebie, jaki stwierdzono w maju, był większy na głębokości 0–10 niż na 10–20 cm. Przyrost między obiektem nie

TABELA 1. Zawartość węgla i azotu oraz pH w badanych obiektach nawozowych
 TABLE 1. Carbon and nitrogen content and pH in fertilizer treatments under investigation

Obiekty Treatments	Sposób utrzymania gleby Soil management system	Głębokość Depth [cm]		Dawki – Rates N [kg/ha]			
				0	40	140	240
Nie wapnowane non liming	ugór herbicydowy herbicide fallow	0–10	pH	3,7	3,6	3,2	3,2
			C [%]	0,94	1,39	1,15	1,79
			N [%]	0,13	0,11	0,08	0,12
			C:N	7,2	12,6	14,4	14,9
	murawa sod		pH	4,9	4,2	3,8	3,5
			C [%]	1,20	1,08	1,25	1,63
			N [%]	0,12	0,11	0,10	0,14
			C:N	9,1	9,8	12,5	11,6
	ugór herbicydowy herbicide fallow	10–20	pH	4,3	3,7	3,4	3,2
			C [%]	0,52	0,61	0,40	0,70
			N [%]	0,09	0,07	0,05	0,08
			C:N	5,8	8,7	8,1	8,7
	murawa sod		pH	4,7	4,3	3,8	3,4
			C [%]	0,68	0,51	0,61	0,65
			N [%]	0,10	0,09	0,10	0,07
			C:N	6,8	5,7	6,1	9,3
Wapnowanie Liming	ugór herbicydowy herbicide fallow	0–10	pH	6,2	6,0	6,1	5,6
			C [%]	1,23	1,34	1,47	1,53
			N [%]	0,09	0,09	0,15	0,13
			C:N	13,7	14,9	9,8	11,8
	murawa sod		pH	6,3	6,2	6,3	6,2
			C [%]	1,21	1,38	1,11	1,92
			N [%]	0,12	0,14	0,11	0,13
			C:N	10,1	9,9	10,0	14,8
	ugór herbicydowy herbicide fallow	10–20	pH	5,6	5,1	5,1	3,4
			C [%]	0,69	0,71	0,65	0,54
			N [%]	0,05	0,06	0,08	0,06
			C:N	13,8	11,8	8,1	9,0
	murawa sod		pH	5,5	5,5	5,2	4,8
			C [%]	0,62	0,69	0,51	0,75
			N [%]	0,05	0,05	0,07	0,05
			C:N	12,4	14,0	7,3	15,1

nawożonym a nawożonymi 140 i 240 kg N/ha wynosił na głębokości 0–10 cm odpowiednio 2,08 i 5,07 mg/100 g gleby. Natomiast na głębokości 10–20 cm przyrosty były znacznie mniejsze i wynosiły odpowiednio 0,48 i 2,28 mg/100 g gleby. W lipcu na głębokości 0–10 cm różnica ilości azotu łatwo hydrolizującego między obiektem nie nawożonym a nawożonym dawką N 240 kg/ha znacznie się zmniejszyła.

Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości N-łatwo hydrolizującego w glebie pod murawą i ugorem herbicydowym (tab. 2). Zawartość N-łatwo hydrolizującego na głębokości 0–10 cm w maju i lipcu wahała się odpowiednio pod

TABELA 2. Wartość testu F dla zawartości azotu łatwo hydrolizującego w glebie
 TABLE 2. The value of test F for the contents of easily hydrolyzing N in soil

Źródło zmienności Source of variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Termin i głębokość – Sampling date and depth [cm]			
		Maj – May		Lipiec – July	
		0–10	10–20	0–10	10–20
Wapnowanie – W Liming – W	1	*	n.i.	n.i.	**
Nawożenie – N Fertilization – N	3	**	**	**	*
Sposób utrzymania gleby C Soil management system C	1	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
W × N	3	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
W × C	1	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
N × C	3	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
W × N × C	3	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Błąd – Error	32				

murawą od 11,6 do 10,8 mg/100 g gleby, zaś pod ugorem herbicydowym od 11,0 do 10,8 mg/100 g gleby.

Wpływ wapnowania nie jest jednoznaczny (tab. 2). W maju na głębokości 0–10 cm na obiektach wapnowanych obserwowano istotny spadek ilości azotu łatwo hydrolizującego w stosunku do obiektów nie wapnowanych, podczas gdy w lipcu na głębokości 10–20 cm w obiektach wapnowanych było istotnie więcej tej formy azotu.

Zawartość azotu łatwo hydrolizującego na głębokości 0–10 cm była prawie 2-krotnie większa niż na głębokości 10–20 cm (tab. 4). W sezonie wegetacyjnym ilość tej formy ulegała nieznacznym zmianom. W kwietniu (1 termin) zarówno na głębokości 0–10, jak i 10–20 cm stwierdzono niewielkie zróżnicowanie tej formy azotu między obiektami różnie nawożonymi, chociaż nieznacznie więcej N łatwo hydrolizującego obserwowano na głębokości 0–10 cm na obiektach nawożonych 40 i 140 kg N/ha. Po wzroście azotu w maju i lipcu stwierdzono we wrześniu i październiku spadek jego zawartości do stanu określonego na wiosnę. Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w glebie pod murawą i ugorem herbicydowym przy jednakowym poziomie stosowanych dawek azotu zmieniała się w sezonie wegetacyjnym w podobny sposób.

TABELA 3. Wpływ nawożenia azotem na zawartość N łatwo hydrolizującego w glebie
 [mg/100 g gleby]

TABLE 3. Effect of N fertilization on the content easily hydrolyzing N in soil [mg/100 g of soil]

Termin pobrania prób Sampling date	Głębokość Depth [cm]	Dawka – Rates N [kg/ha]				NIR LSD 0,05
		0	40	140	240	
Maj – 5 tygodni po nawożeniu N May – 5 weeks after fertilization N	0–10	9,14	10,68	11,22	14,21	1,92
	10–20	4,61	5,03	5,09	6,49	0,96
Lipiec – 10 tygodni po nawożeniu N July – 10 weeks after fertilization N	0–10	9,27	10,75	10,87	12,20	1,91
	10–20	4,63	5,10	4,80	5,81	0,98

TABELA 4. Zawartość N łatwo hydrolizującego w glebie w zależności od nawożenia N, sposobu utrzymania gleby, terminu pobierania prób (średnie z poletek nie wapnowanych i wapnowanych) [mg/100 g gleby]

TABLE 4. The content of easily hydrolyzing N in soil depending on the N fertilization, soil management systems and sampling (mean for unlimed and limed treatments) [mg/100 g of soil]

Dawka N Dose N [kg/ha]	23 kwiecień April		29 maj – May		1 lipca – July		15 wrzesień – September		14 październik– October	
	Mura- wa Sod	Ugór herb. Herb. fallow	Mura- wa Sod	Ugór herb. Herb. fallow	Mura- wa Sod	Ugór herb. Herb. fallow	Mura- wa Sod	Ugór herb. Herb. fallow	Mura- wa Sod	Ugór herb. Herb. fallow
Głębokość – Depth 0–10 cm										
N-0	8,1	8,1	8,5	9,7	9,5	9,0	9,3	8,8	8,4	8,1
N-40	9,1	9,9	11,3	10,1	10,9	10,6	10,6	9,6	9,3	9,2
N-140	8,4	9,1	11,5	11,0	11,0	10,8	9,9	9,5	10,3	8,8
N-240	9,5	10,5	15,0	13,4	11,8	12,6	11,9	10,5	11,1	10,8
Głębokość – Depth 10–20 cm										
N-0	4,6	3,9	4,8	4,4	4,8	4,4	4,5	4,1	4,4	4,2
N-40	5,8	5,1	4,9	5,1	5,1	5,1	4,8	4,4	4,6	4,1
N-140	4,5	4,0	5,3	4,9	4,9	4,7	4,8	4,8	4,5	4,3
N-240	4,6	5,0	6,3	6,7	5,8	5,9	4,4	4,6	4,8	5,0

Pomimo wieloletniego nawożenia azotem, wapnowania i stosowania murawy i ugoru herbicydowego, średni procentowy udział N-łatwo hydrolizującego w stosunku do azotu ogólnego był w badanych obiektach mało zróżnicowany i na głębokości 0–10 cm wynosił 7,0, 8,5, 7,9 i 7,6% odpowiednio przy dawkach azotu 0, 40, 140 i 240 kg/ha; natomiast na głębokości 10–20 cm był nieznacznie niższy i stanowił odpowiednio 5,2, 7,0, 5,2 i 8,0%.

Przeanalizowano korelację między ilością N łatwo hydrolizującego a zawartością C, N ogólnego i wartością stosunku C:N. Na podstawie obliczonych wartości R^2 stwierdzono istotną zależność tylko między N łatwo hydrolizującym a ilością C w glebie ($R^2 = 0,545$), gdzie $y = 0,1806 x - 0,2952$, zaś y to N-łatwo hydrolizujący.

DYSKUSJA

W glebie występuje około 95–97% azotu ogółem w postaci organicznej, niedostępnej dla roślin. W ciągu sezonu wegetacyjnego tylko pewna część może ulec hydrolizie na skutek działalności mikroorganizmów żyjących w glebie i przejść w formy mineralne dostępne dla roślin.

Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w różnych typach gleb jest różna i może się wahać od kilku do kilkudziesięciu mg/100 g gleby [Fotyła i in. 1987; Mazur 1971; Chmielewska, Dechnik 1988; Dechnik i in. 1983; Łoginow, Witaszek 1964]. Zawartość tej formy azotu stwierdzona w niniejszych badaniach mieści się w przedziale wartości otrzymanych przez wymienionych autorów.

Azot łatwo hydrolizujący charakteryzuje się różną labilnością w sezonie wegetacyjnym. Łoginow, Witaszek [1964] oraz Brożek [1984] obserwowali zwiększenie N łatwo hydrolizującego w okresie letnim i powrót na jesieni do ilości z

okresu wiosny. Zaobserwowany przez nich rozkład N łatwo hydrolizującego w glebie w sezonie wegetacyjnym jest zgodny z wynikami niniejszej pracy. Natomiast Dechnik i Bednarek [1989] w swoich badaniach wykazali małą zmienność w ilości tej formy azotu w sezonie wegetacyjnym.

Stwierdzono prawie 2-krotnie więcej azotu łatwo hydrolizującego na głębokości 0–10 niż na 10–20 cm. Taki rozkład azotu łatwo hydrolizującego wyraźnie odpowiada rozmieszczeniu węgla organicznego w glebie badanych obiektów, co potwierdza zależność między zawartością N łatwo hydrolizującego a C organicznego w glebie. Korelacja między azotem łatwo hydrolizującym (met. Cornfielda) a zawartością węgla została stwierdzona przez Fotymę i in. [1987].

Inni autorzy zwracają ponadto uwagę na związek omawianej formy azotu z typem próchnicy w glebie. Badania Brożka [1984], przeprowadzane w lasach, wskazują na większe ilości azotu łatwo hydrolizującego w glebie brunatnej wylugowanej z próchnicą typu mull niż w glebie bielcowej z próchnicą typu mor. Natomiast z badań Dechnika i in. [1983] wynika, że na zawartość azotu łatwo hydrolizującego w glebach ma wpływ także frakcja spławialna, a szczególnie ilość zawartych w niej koloidów organicznych.

Niniejsze badania wykazały, że jedynie dawka N 240 kg/ha wpłynęła na istotny wzrost azotu łatwo hydrolizującego w obu terminach, przy czym najsilniejszy wpływ tej dawki zaznaczył się w maju na głębokości 0–10 cm. Wydaje się, że zwiększanie w glebie ilości azotu łatwo hydrolizującego może być częściowo spowodowane wzrostem zawartości mineralnej formy azotu, której największe wartości odnotowano w tym doświadczeniu również w maju [Kozanecka 1995].

Badania prowadzone przez Chmielewską i Dechnika [1988] wskazują na istotny wzrost azotu łatwo hydrolizującego pod wpływem nawożenia azotem, ale dopiero przy dawkach N 400 i 800 kg/ha. Natomiast przy stosowaniu niższych dawek autorzy ci nie odnotowali zmian w zawartości tej formy N w glebie. O braku wyraźnego wpływu nawożenia azotem na ilości azotu łatwo hydrolizującego donoszą także Dechnik i Bednarek [1989].

Wyniki uzyskane w niniejszych badaniach wskazują, że sposób utrzymania gleby (murawa i ugór herbicydowy) w sadzie jabłoniowym nie oddziałują istotnie na ilość azotu łatwo hydrolizującego. Podobnie Mazur [1971] nie stwierdził wyraźnego wpływu użytkowania gleby (pastwisko i gleba orna) na zawartość w niej azotu hydrolizującego. Z przedstawionych badań wynika, że forma azotu łatwo hydrolizująca stanowi od 5,2 do 8,5% zawartości azotu ogólnego. Świadczy to o powolnym tempie rozkładu materii organicznej w okresie wegetacyjnym w sadzie założonym na glebie płowej, gdzie mniej niż 10% azotu ogólnego w glebie może przekształcić się w formę dostępną dla roślin. Natomiast większość azotu ogółem stanowią formy azotu trudno hydrolizujące, niedostępne dla roślin w okresie wegetacyjnym.

Ilość azotu łatwo ulegającego hydrolizie w sezonie wegetacyjnym (5,2–8,5%) jest następstwem warunków panujących w glebie, na które składa się: uziarnienie, stosunki wodno-powietrzne, typ gleby, skład mikrobiologiczny danej gleby, rodzaj i ilość corocznego dopływu materii organicznej. O wpływie rodzaju resztek poźniwnych na kształtowanie się ilości azotu hydrolizującego w glebie zwraca uwagę Mazur [1971].

WNIOSKI

1. Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w glebie sadu jabłoniowego w poziomie powierzchniowym (0–10 cm) jest około 2-krotnie wyższa niż na głębokości 10–20 cm. Takie zróżnicowanie azotu łatwo hydrolizującego koreluje z zawartością C-organicznego.
2. W sezonie wegetacyjnym ilość tej formy azotu w glebie ulega niewielkim zmianom. Od września i października zawartość ta wyraźnie zbliża się do wartości wiosennych.
3. Stosowanie azotu przede wszystkim w dawkach 240 i 140 kg/ha, wpływa na wzrost zawartości azotu łatwo hydrolizującego w glebie. Jednak wpływ nawożenia dotyczy tylko okresu 5- i 10-tygodniowego po zastosowaniu azotu.
4. Stosowanie murawy w miedzyrzędziach drzew i ugoru herbicydowego w ich rzędach nie różnicują istotnie zawartości azotu łatwo hydrolizującego w glebie.
5. Udział azotu łatwo hydrolizującego w azocie ogólnym, wynoszący od 5,2 do 8,5%, określa glebę płową jako glebę o małych zdolnościach mineralizujących w stosunku do azotu.
6. Otrzymane wyniki sugerują celowość kontynuowania badań dotyczących wpływu uziarnienia, odczynu, wapnowania i sposobu utrzymania gleby w sadzie na kształtowanie się w niej zawartości N łatwo hydrolizującego.

LITERATURA

- BROŻEK S., 1984: Organiczne formy azotu w glebach leśnych Beskidu Zachodniego. *Rocz. Glebozn.* 35, 2: 25–42.
- CHMIELEWSKA B., DECHNIK I., 1988: Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość niektórych form azotu w brunatnej glebie lessowej. *Rocz. Nauk Rol. s.A.* 106,4: 197–205.
- DECHNIK I., WIATER J., WESOŁOWSKI M., 1983: Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w niektórych glebach Wyżyny Małopolskiej. *Rocz. Glebozn.* 34,3: 55–66.
- DECHNIK I., BEDNAREK W., 1989: The dynamics of nitrogen forms in soil and their interrelations with vegetational mass of spring barley. *Polish J. Soil Sci.* 22, 2: 67–71.
- FOTYMA M., FOTYMA E., KĘSIK G., KRYSZKOWSKA T., 1987: Zdolność mineralizacyjna gleb w stosunku do azotu, ocena przydatności metody Stanforda w warunkach polskich. *Rocz. Glebozn.* 37,3: 79–91.
- KOZANECKA T., 1995: Zawartość mineralnych form N-NH₄ i N-NO₃ w glebie sadu jabłoniowego. *Rocz. Glebozn.* 46,1/2: 105–117
- ŁOGINOW W., KASZUBIAK T., 1964: Dynamika azotu w glebie. *Pam. Puł.* 14: 15–39.
- ŁOGINOW W., WITASZEK J., 1964: Hydroliza azotu glebowego. *Pam. Puł.* 14: 3–14.
- MACIAK F., 1988: Rozkład gleby torfowej użytkowanej pod łąką i lasem. *Rocz. Glebozn.* 39,4: 171–185.
- MAZUR T., 1971: Azot hydrolizujący w glebach lekkich. *Zesz. Nauk. WSR Olsztyn*, 27, 7: 81–91.

T. Kozanecka

THE ABUNDANCE OF EASILY HYDROLYZING NITROGEN OF LESSIVE SOIL IN APPLE ORCHARD

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

In this work changes in easily hydrolyzing N of lessive soil in apple orchard as a result of 21-year fertilization with different doses of 0, 40, 140 and 240 kg N/ha of ammonium nitrate were investigated. Effects of liming and the manner of soil surface management (the sod and herbicide fallow) were also studied. Samples of soil were taken from horizon A depth (0–10 and 10–20 cm) in April, May, July, September and October.

The content of N-easily hydrolyzing in soil were two times higher on the depth 0–10 cm than on the depth 10–20 cm. N-easily hydrolyzing changes only slightly in vegetation sezon. The significant increase in the content of N-easily hydrolyzing was observed under the influence of N-doses of 140 and 240 kg N/ha, but only 5 and 10 weeks after fertilization. The contents of N-easily hydrolyzing under the herbicide fallow and the sod were the same.

Praca wpłynęła do redakcji we wrześniu 1998 r.

Dr Teresa Kozanecka

Katedra Gleboznawstwa SGGW

02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30