

ZAWARTOŚĆ AZOTU ŁATWO HYDROLIZUJĄCEGO W GLEBIE W WARUNKACH STOSOWANIA ODPADÓW ORGANICZNYCH

Monika Skowrońska

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Akademia Rolnicza w Lublinie

Wstęp

W glebach azot występuje głównie w połączeniach organicznych, które w zależności od budowy charakteryzują się różną podatnością na rozkład [STEVENSON 1982; ANDERSON i in. 1989; SCHULTEN, SCHNITZER 1998; CURTIN, WEN 1999; MURPHY i in. 2000]. Związki azotu łatwo ulegające hydrolizie, zaliczane do tzw. aktywnej puli N, biorą udział w krótkotrwałym krążeniu azotu w glebie [POPLAWSKI, KRZYMUSKA 1983; SCHULTEN, SCHNITZER 1998; DENG i in. 2000]. Ich zawartość odzwierciedla dynamiczną równowagę procesów mineralizacji i humifikacji związków organicznych i może być podstawą do wnioskowania o rezerwie azotu dostępnej dla roślin [BRONNER, BACHLER 1979; WŁATER 1997]. Czynniki warunkujące dynamikę zmian tej formy azotu jest: wilgotność, temperatura, zawartość części spławialnych i węgla organicznego, jak również nawożenie mineralne i organiczne [DECHNIK i in. 1983; POPLAWSKI, KRZYMUSKA 1983; BROŻEK 1985; DECHNIK, CHMIELEWSKA 1988; KOZANECKA 1999].

Celem pracy było prześledzenie zmian zawartości azotu łatwo hydrolizującego w glebie w warunkach stosowania odpadów organicznych (słoma, wywar gorzelniany melasowy).

Materiał i metody

W latach 1999–2001 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe we wsi Pańków (powiat Tomaszów Lubelski), na glebie bielicowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego, w układzie bloków kompletnie zrandomizowanych.

Schemat doświadczenia obejmował 3 bloki, w których wyodrębniono losowo 6 obiektów: obiekt kontrolny – bez nawożenia (0), nawożenie mineralne N, P, K (NPK), obornik (FYM), słoma + azot mineralny (S + N), słoma + wywar gorzelniany melasowy (S + W), wywar gorzelniany melasowy (W). Dawki odpadów organicznych obliczono na podstawie ilości azotu ogółem (N og.) wnoszonej wraz z dawką obornika – 25 t·ha⁻¹, tj. ok. 125 kg N og·ha⁻¹. Słomę (7 t·ha⁻¹) z dodatkiem azotu mineralnego i wywaru gorzelnianego melasowego oraz obornik

(25 t·ha⁻¹) zastosowano w okresie jesiennym 1998 roku, a wywar gorzelnianny melasowy (56 t·ha⁻¹) w okresie wiosennym 1999 roku. Dawki nawożenia mineralnego – azotem (saletra amonowa), fosforem (superfosfat potrójny granulowany) i potasem (sól potasowa 50) ustalono dla wszystkich roślin testowych na podstawie zaleceń nawozowych.

Roślinami testowymi były: w 1999 roku owies bezplewkowy odmiany Akt (po zbiorze owsa wysiano łubin żółty odmiany Juna, który przyorano późną jesienią na nawóz zielony), w 2000 roku ziemniaki jadalne odmiany Sante, w 2001 roku pszenica ozima odmiany Mewa.

W próbach glebowych pobieranych przy pomocy laski glebowej, w latach 1999, 2000 i 2001 z każdego obiektu, w dwóch terminach: przed rozpoczęciem wegetacji (I termin) oraz po zbiorze każdej rośliny (II termin), z czterech głębokości gleby: 0–20 cm, 20–30 cm, 30–60 cm, 60–90 cm oznaczono zawartość azotu łatwo hydrolizującego (N_{lh}) metodą Cornfield'a.

Uzyskane dane opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji z półprzedziałami ufności Tukey'a, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Zależność między zawartością azotu łatwo hydrolizującego (N_{lh}) a zawartością węgla organicznego (C org.) obliczono dla równania regresji liniowej oraz podano współczynnik korelacji r_{xy} , przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

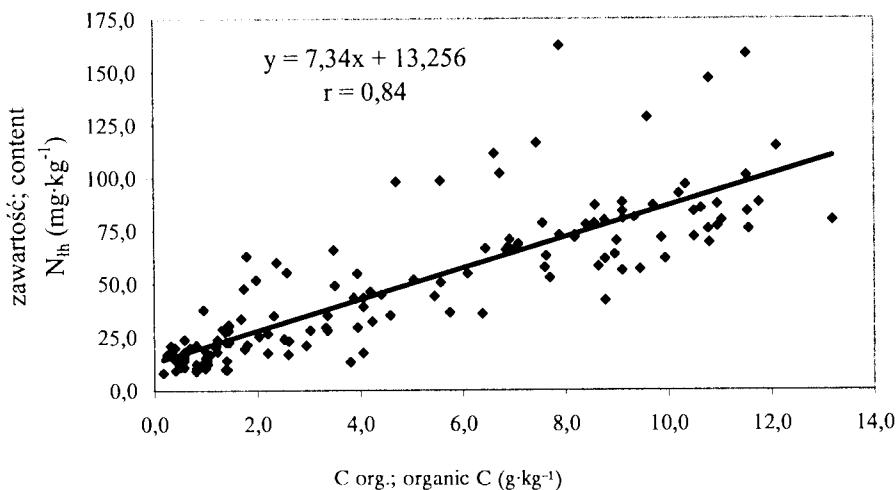
Zastosowane odpady (wywar, słoła z dodatkami), przyczyniły się do wzrostu zawartości azotu łatwo hydrolizującego w glebie od 3,7% (S + W, 2001 rok, tab. 3) do 96,7% (FYM, 2000 rok, tab. 2), w stosunku do wartości uzyskanych z obiektów kontrolnych.

Tabela 1; Table 1

Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w glebie (mg·kg⁻¹) w 1999 roku
The content of easily hydrolyzable nitrogen in the soil (mg·kg⁻¹) in 1999

Obiekt Treatment	I Termin; I Term				x̄	II Termin; II Term				x̄	s̄ A
	0–20 cm	20–30 cm	30–60 cm	60–90 cm		0–20 cm	20–30 cm	30–60 cm	60–90 cm		
0	66,50	29,40	14,00	11,00	30,23	67,20	47,60	20,00	21,00	38,95	34,59
NPK	66,50	29,40	14,00	11,00	30,23	77,70	50,40	10,50	16,70	38,83	34,53
FYM	100,80	58,10	17,00	10,00	46,48	88,20	162,40	21,00	19,50	72,78	59,63
S + N	80,50	72,80	27,30	12,10	48,18	79,80	98,70	22,50	17,00	54,50	51,34
S + W	70,00	63,00	17,50	12,40	40,73	78,40	43,40	20,50	16,50	39,70	40,21
W	96,60	61,60	29,40	9,90	49,38	77,00	98,00	49,00	20,00	61,00	55,19
x̄	80,15	52,38	19,87	11,07		78,05	83,42	23,92	18,45		
x̄ B	40,87					50,96					
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	nawożenie; fertilization (A) termin; term (B) głębokość; depth (C)				25,00 9,90 18,90	x̄ C głębokość; depth 0–20 cm 20–30 cm 30–60 cm 60–90 cm				79,10 67,90 21,89 14,76	

Słoma z dodatkami oraz wywar w mniejszym stopniu zwiększały zawartość azotu łatwo hydrolizującego niż obornik. Sam wywar przyczyniał się do większego wzrostu zawartości N_{lh} aniżeli w połączeniu ze słomą, zaś słoma z azotem wykazywała się działaniem pośrednim pomiędzy samym wywarem a wywarem ze słomą. O korzystnym wpływie nawożenia organicznego na zawartość azotu łatwo hydrolizującego donosili wcześniej: WIATER [1997], KOZANECKA [1999], SCHULTEN i LEINWEBER [2000]. Mineralizacja organicznych połączeń azotu o wysokiej masie cząsteczkowej, która odbywa się zarówno dzięki odpowiedniej aktywności mikrobiologicznej, jak i dzięki procesom biochemicznym, jest ściśle związana z zawartością i tempem rozkładu substancji organicznej [DENG i in. 2000]. SCHULTEN i SCHNITZER [1998] sugerują, że część związków białkowych (białek, peptydów, aminokwasów) jest uwięziona w przestrzeniach struktur kwasów humusowych, jednak większość jest chemicznie i fizycznie wiązana na powierzchniach substancji próchnicznych. Przy czym, główną rolę odgrywają tu wiązania kowalencyjne (kompleksy chinon – aminokwas) oraz siły van der Waalsa [TROJANOWSKI 1973; STEVENSON 1982]. Uzyskana dodatnia wartość współczynnika korelacji między zawartością azotu łatwo hydrolizującego a zawartością węgla organicznego ($r = 0,84$, rys. 1) wydaje się potwierdzać te teorie.



Rys. 1. Zależność między zawartością azotu łatwo hydrolizującego (N_{lh}) a zawartością węgla organicznego ($C_{org.}$) w glebie

Fig. 1. Dependence between the easily hydrolyzable nitrogen content (N_{lh}) and the organic carbon content ($org. C$) in the soil

Ilość azotu łatwo hydrolizującego zależała od nawożenia zastosowanego w 1999 roku oraz od głębokości, z której pobierane były próby glebowe. Najwięcej tej formy azotu stwierdzono w wierzchniej warstwie gleby (od $67,08 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $105,34 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Zawartość N_{lh} zmniejszała się wraz z głębokością w profilu glebowym tak, że w warstwie 60–90 cm była ponad trzykrotnie mniejsza niż w warstwie 0–20 cm. Rozmieszczenie pionowe azotu łatwo hydrolizującego było typowe dla gleb lekkich, co ma ścisły związek według DECHNIKA i in. [1983] oraz KOZANECKIEJ [1999] z akumulacją humusu w profilu glebowym.

Tabela 2; Table 2

Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w glebie ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w 2000 roku
The content of easily hydrolyzable nitrogen in the soil ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in 2000

Obiekt Treatment	I Termin; I Term				\bar{x}	II Termin; II Term				\bar{x}	$\bar{x} \Lambda$
	0–20 cm	20–30 cm	30–60 cm	60–90 cm		0–20 cm	20–30 cm	30–60 cm	60–90 cm		
0	102,20	46,20	16,80	15,00	45,05	42,00	79,80	30,40	8,40	40,15	42,60
NPK	111,30	51,80	28,00	28,70	54,95	86,80	63,00	43,40	15,40	52,15	53,55
FYM	158,60	65,80	55,30	60,00	84,93	114,80	92,40	71,70	51,80	82,68	83,80
S + N	128,80	78,40	30,80	37,80	68,95	85,40	84,00	35,00	23,80	57,05	63,00
S + W	116,40	65,80	28,00	33,60	60,95	86,80	57,40	39,20	18,20	50,40	55,68
W	147,00	68,60	65,80	24,00	76,35	84,00	81,20	44,80	21,00	57,75	67,05
\bar{x}	127,38	62,77	37,45	33,18		83,30	76,30	44,08	23,10		
$\bar{x} B$					65,20	56,70					
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	nawożenie; fertilization (A)				15,30	$\bar{x} C$ głębokość; depth				105,34	
	termin; term (B)				5,80	0–20 cm				69,53	
	głębokość; depth (C)				11,10	20–30 cm				40,77	
						30–60 cm				28,14	
						60–90 cm					

Tabela 3; Table 3

Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w glebie ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w 2001 roku
The content of easily hydrolyzable nitrogen in the soil ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in 2001

Obiekt Treatment	I Termin; I Term				\bar{x}	II Termin; II Term				\bar{x}	$\bar{x} \Lambda$
	0–20 cm	20–30 cm	30–60 cm	60–90 cm		0–20 cm	20–30 cm	30–60 cm	60–90 cm		
0	70,70	54,60	22,40	21,20	42,23	52,50	35,00	21,40	17,40	31,58	36,90
NPK	63,70	54,60	23,80	18,20	40,08	56,00	13,30	12,50	14,10	23,98	32,03
FYM	79,80	72,80	35,00	15,50	50,78	75,60	35,70	23,10	9,10	35,88	43,33
S + N	71,40	88,20	25,20	16,20	50,25	61,60	44,10	17,50	9,50	33,18	41,71
S + W	75,60	84,00	18,20	14,00	47,95	56,70	32,20	12,60	12,70	28,55	38,25
W	72,10	87,50	26,60	10,50	49,18	69,30	36,40	28,00	10,40	36,03	42,60
\bar{x}	72,22	73,62	25,20	15,93		61,95	32,78	19,18	12,20		
$\bar{x} B$	46,74					31,53					
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	nawożenie; fertilization (A)				4,80	$\bar{x} C$ głębokość; depth				67,08	
	termin; term (B)				3,40	0–20 cm				53,20	
	głębokość; depth (C)				6,60	20–30 cm				22,19	
						30–60 cm				14,07	
						60–90 cm					

Zawartość azotu łatwo hydrolizującego wzrastała istotnie w okresie wiosennym w 2000 i 2001 roku, natomiast w 1999 roku w okresie jesiennym. U podstaw tych zależności najprawdopodobniej leżały procesy mineralizacji i immobilizacji, nasilające się zarówno w okresie wiosennym, na co miała wpływ dodatkowa pula substancji organicznej w postaci obumarłych podczas zimy mikroorganizmów [WIATER 1988], jak i w okresie jesiennym, gdy nagromadzeniu ulegał obumierający system korzeniowy oraz resztki poźniwne i istniały warunki wilgotnościowe oraz termiczne sprzyjające tym procesom [JOHNSTON, JENKINSON 1989].

Uzyskane wyniki w zakresie zawartości azotu łatwo hydrolizującego wskazują, że wzrost zasobności gleby w N_{lh} , pod wpływem zastosowanego nawożenia, miał charakter przejściowy. Po nieznacznym podwyższeniu ilości tej formy azotu w 2000 roku, w roku następnym stwierdzono jej spadek do poziomu notowanego w pierwszym roku badań. W glebach o małej zawartości koloidów azot, wbudowany w łatwo ulegające hydrolizie związki, w krótkim okresie czasu ulega przemianom do azotu mineralnego, co sprzyja jego stratom na drodze wymywania, erozji czy też ulatniania gazowych związków N [DECHNIK, WIATER 1996; SCHULTEN, SCHNITZER 1998; DENG i in. 2000; FOTYMA i in. 2002]. Według CURTINA i WENA [1999] zawartość części spławialnych jest czynnikiem determinującym ilość rozpuszczalnego azotu organicznego, chemicznie chronionego przez powierzchnię adsorpcyjną.

Wnioski

1. Stosowanie nawozów i odpadów organicznych powodowało wzrost zawartości azotu łatwo hydrolizującego, w stosunku do wartości uzyskanych w materiale glebowym pochodzącym z obiektów kontrolnych (bez nawożenia).
2. Pod względem oddziaływania na zawartość azotu łatwo hydrolizującego badane substancje organiczne można uszeregować następująco: obornik > wywar > słoma z azotem mineralnym > słoma z wywarem gorzelnianym melasowym.
3. Zawartość azotu łatwo hydrolizującego była największa w wierzchniej warstwie gleby i zmniejszała się wraz z głębokością profilu glebowego.
4. Zawartość i rozmieszczenie w profilu glebowym azotu łatwo hydrolizującego były ściśle związane z akumulacją związków węgla.
5. Wzrost zawartości N_{lh} , pod wpływem zastosowanego nawożenia, miał charakter przejściowy.

Literatura

- ANDERSON I.L.A., BICK W., HEPBURN A. STEWART H. 1989. *Nitrogen in humic substances*, in: *Humic substances II*. John Wiley & Sons: 223–253.
- BRONNER H., BACHLER W. 1979. *Der hydrolysierbare Stickstoff als Hilfsmittel für Schätzung des Stickstoffnachlieferung sve rmögnes von Zükerrubenböden*. Landwirtsch. Forsch. 32 (3): 255–261.
- BRÓZEK S. 1985. *Mineralne formy azotu w glebach leśnych Beskidu Zachodniego*. Roczn. Glebozn. 36 (3): 91–108.
- CURTIN D., WEN G. 1999. *Organic matter fractions contributing to soil nitrogen mineralization potential*. Soil Sci. Am. J. 63: 410–415.
- DECHNIK I., CIMIELEWSKA B. 1988. *Wpływ nawożenia obornikiem i odpadami organicznymi monokultury żyta na przemiany związków próchnicznych w glebie*. Roczn. Glebozn. 39(4): 199–209.
- DECHNIK I., WIATER J. 1996. *Dynamika azotu azotanowego w glebie pod monokulturą pszenicy ozimej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 75–80.

- DECHNIK I., WIATER J., WESOŁOWSKI M. 1983. Zawartość azotu łatwo hydrolizującego w niektórych glebach Wyżyny Małopolskiej. *Rocz. Glebozn.* 34(4): 55–62.
- DENG S.P., MOORE J.M., TABATABAI M.A. 2000. *Characterization of active nitrogen pools in soils under different cropping systems.* *Biol. Fertil. Soils* 32: 302–309.
- FOTYMA E., FOTYMA M., PIETRUCH CZ., BERGE H. 2002. Źródła azotu mineralnego i efektywność ich wykorzystania w rolnictwie polskim. *Nawozy i Nawożenie* 1: 30–49.
- JOHNSTON A.E., JENKINSON D.S. 1989. *The nitrogen cycle in UK arable agriculture.* The Fertiliser Society of London, 14 December 1989: 5–22.
- KOZANECKA T. 1999. Zasobność gleby płowej użytkowanej sadowniczo w azot łatwo hydrolizujący. *Rocz. Glebozn.* 50(1/2): 71–77.
- MURPHY D.V., MACDONALD A.J., STOCKDALE K.W.T., GOULDING K.W.T., FORTUNE S., GAUNT J.L., POULTON P.R., WAKEFIELD J.A., WEBSTER C.P., WILMER W.S. 2000. *Soluble organic nitrogen in agricultural soils.* *Biol. Fertil. Soils* 30: 374–387.
- POPŁAWSKI Z., KRZYMUSKA J. 1983. *Forms and fractions of nitrogen available for plants in the system of variable atmospheric precipitation and air temperature.* *Polish J. Soil Sci.* XVI, 1: 21–29.
- SCHULTEN H.R., LEINWEBER P. 2000. *New insights into organic-mineral particles: composition, properties and models of molecular structure.* *Biol. Fertil. Soils* 30: 399–432.
- SCHULTEN H.R., SCHNITZER M. 1998. *The chemistry of soil organic nitrogen: a review.* *Biol. Fertil. Soils* 26: 1–15.
- STEVENSON F.J. 1982. *Humus chemistry. Genesis, composition, reactions.* John Wiley & Sons. New York: 13–52.
- TROJANOWSKI J. 1973. *Przemiany substancji organicznych w glebie.* PWRiL, Warszawa: 61–255.
- WIATER J. 1988. *Wpływ nawożenia obornikiem i osadami ścieków komunalnych na zawartość wybranych form azotu w glebie i roślinie.* Cz. I. *Formy azotu w glebie.* *Ann. UMCS, Sec. E, XLIII, 16:* 149–159.
- WIATER J. 1997. *Oddziaływanie nawożenia organicznego na występowanie związków węgla i azotu w glebie pod monokulturą pszenicy ozimej i jęczmienia jarego.* *Rozpr. Nauk. AR Lublin* 201.

Słowa kluczowe: azot łatwo hydrolizujący, odpady organiczne, słoma, wywar gorzelniany melasowy

Streszczenie

Celem badań było prześledzenie zmian zawartości azotu łatwo hydrolizującego w glebie w warunkach stosowania odpadów organicznych (słoma, wywar gorzelniany melasowy).

Doświadczenie polowe przeprowadzono na glebie bielcowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Schemat doświadczenia obejmował 3 bloki, w których wyodrębniono losowo 6 obiektów: obiekt kontrolny – bez nawożenia (0), nawożenie mineralne NPK (NPK), obornik (FYM), słoma + azot mineralny (S + N), słoma + wywar gorzelniany melasowy (S + W), wywar go-

rzelniany melasowy (W). Próby glebowe z każdego obiektu pobierano w latach 1999, 2000 i 2001 w dwóch terminach: przed rozpoczęciem wegetacji (I termin) oraz po zbiorze roślin (II termin), z czterech głębokości gleby: 0–20 cm, 20–30 cm, 30–60 cm, 60–90 cm i oznaczono w nich zawartość azotu łatwo hydrolizującego.

Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowane odpady organiczne powodowały istotny wzrost zawartości azotu łatwo hydrolizującego, w stosunku do obiektów kontrolnych (bez nawożenia). Najkorzystniejszy wpływ na akumulację azotu łatwo hydrolizującego miało nawożenie obornikiem oraz wywarem gorzelnianym melasowym. Zawartość azotu łatwo hydrolizującego była największa w wierzchniej warstwie gleby i zmniejszała się wraz z głębokością profilu glebowego.

THE EASILY HYDROLYZABLE NITROGEN CONTENT IN THE SOIL UNDER THE CONDITIONS OF ORGANIC WASTES APPLICATION

Monika Skowrońska

Department of Agricultural and Environmental Chemistry,
Agricultural University, Lublin

Key words: easily hydrolyzable nitrogen, organic wastes, straw, melasse wort

Summary

The aim of the research was to examine the changes of the easily hydrolyzable nitrogen content in the soil under the conditions of organic wastes application (straw, melasse wort). A field experiment was carried out on the podzolic soil, the textural group – light loamy sand. The scheme of the experiment consisted of three blocks with 6 randomized treatments each: control treatment – without fertilization (0), mineral fertilization NPK (NPK), farmyard manure (FYM), straw + mineral nitrogen (S + N), straw + melasse wort (S + W), melasse wort (W).

Soil samples were collected before the beginning of vegetation (I term), as well as after plant harvesting (II term), from 0–20 cm, 20–30 cm, 30–60 cm, 60–90 cm depths, from each fertilization treatment and the easily hydrolyzable nitrogen content was determined.

The obtained results showed that the organic wastes application caused a significant increase of the easily hydrolyzable nitrogen content in comparison to the control treatments (without fertilization). Fertilization with FYM and melasse wort favored the easily hydrolyzable nitrogen accumulation the most. The easily hydrolyzable nitrogen content was the greatest in the surface layer of the soil and decreased with the depth of the soil profile.

Dr inż. **Monika Skowrońska**
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 15
20–950 LUBLIN
e-mail: mikas@agros.ar.lublin.pl