

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Poland

Krzysztof Jończyk

Zawartość azotu mineralnego w glebie w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej

The content of mineral nitrogen in soil in the ecological and conventional crop production systems

ABSTRACT. The paper presents results of the research on the content of mineral nitrogen (N-NO₃, N-NH₄) in soil profile (0–90 cm) in the ecological and conventional systems. The research was conducted on a field trial located at the Experimental Station in Osiny (Lublin province, Poland) on grey brown podzolic soil. Ecological and conventional systems are characterized by different crop rotations and crop production technologies. In the ecological system the following crop rotation was applied: potato - spring barley - red clover with grass grown two years - winter wheat + catch crop, whereas in conventional one: winter rape - winter wheat - spring barley. The content of mineral nitrogen in a soil profile in compared systems was very differentiated and depended on the crop succession, date of manure application, nitrogen rates and weather conditions. In the ecological system in most fields the increase of mineral nitrogen content and a reduction of its losses were observed. In the conventional system due to simplified crop rotation there were favourable conditions for losses of mineral nitrogen. The largest potential danger due to N_{min} losses was observed in a site after grass with clover in the ecological, and after rape in the conventional system.

KEY WORDS: mineral nitrogen, crop production system, organic farming

Nawożenie azotem, obok funkcji produkcyjnej, odgrywa również istotną rolę środowiskową. Znaczenie tego składnika w kształtowaniu plonu i jego jakości jest powszechnie znane, w ostatnim okresie coraz częściej rozpatruje się zarządzanie tym składnikiem w kontekście oceny bilansu azotu, jako wskaźnika zrównoważenia sposobu gospodarowania oraz zagrożeń związanych z jego roz-

proszaniem w środowisku, np. przenikaniem do wód powierzchniowych i gruntowych [Sapek 1996; Fotyma, Kuś 1997]. Ocena zawartości azotu mineralnego w glebie wykorzystywana jest do poprawy efektywności nawożenia tym składnikiem, jednak traktowana jest również jako wskaźnik zagrożenia środowiska wynikającego z nadmiernej jego koncentracji w glebie [Fotyma; Fotyma 1996].

Celem badań była ocena zawartości azotu mineralnego w glebie w różnych stanowiskach w zmianowaniach, realizowanych w systemie produkcji ekologicznym i konwencjonalnym oraz wskazanie miejsc w zmianowaniu narażonych potencjalnie na największe straty azotu.

METODY

Badania prowadzono w latach 2000–2003 w Stacji Doświadczalnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Osinach woj. lubelskie. Zlokalizowano je na glebie płowej o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego, cechującej się lekko kwaśnym odczynem (pH w KCl – 5,6), średnią zawartością fosforu ($43,6 \text{ mg P kg}^{-1}$), niską zawartością potasu ($63,1 \text{ mg K kg}^{-1}$) oraz zawartością próchnicy 1,6%. W obiekcie doświadczalnym porównywane są różne systemy produkcji roślinnej [Kuś i in. 1999]. W pracy przedstawiono zawartość azotu mineralnego w próbkach gleby pobieranej w systemach produkcji: ekologicznym i konwencjonalnym. Poszczególne systemy charakteryzują się odmien-

Tabela 1. Nawożenie azotem w porównywanych systemach produkcji
Table 1. Fertilization of nitrogen in compared production systems

Zmianowanie Crop rotation	Źródła azotu, dawki N Sources of nitrogen, N doses
System ekologiczny Ecological system	
Ziemniak Potato	kompost-compost 35 t – 150 kg N/ha
Jęczmień jary + wsiewka Spring barley + undersown	
Koniczyna czerwona + trawy I rok Red clover with grass I year	wiązanie biologiczne – biological fixation 120–130 kg N/ha
Koniczyna czerwona + trawy II rok Red clover with grass II year	
Pszenica ozima + poplon (bobik + rzepik) - Winter wheat + catch-crop (faba bean+agrimony)	wiązanie biologiczne – biological fixation N – ok. 30–50 kg N/ha
System konwencjonalny Conventional system	
Rzepak ozimy Winter rape	nawozy mineralne 180 kg N/ha mineral fertilizers
Pszenica ozima Winter wheat	130 kg N/ha
Jęczmień jary Spring barley	90 kg N/ha

nym zmianowaniem oraz różnymi technologiami produkcji roślinnej. W systemie ekologicznym, opartym na pięciopolowym płodozmianie: ziemniak - jęczmień jary + wsiewka - koniczyna czerwona z trawą (I rok) - koniczyna czerwona z trawą (II rok) - pszenica ozima + poplon, nie stosuje się syntetycznych nawozów mineralnych oraz środków ochrony roślin. Potrzeby pokarmowe roślin w stosunku do azotu zaspokajane są przede wszystkim przez biologiczne wiązanie tego składnika przez rośliny motylkowate, a także stosowany raz w rotacji kompost. System konwencjonalny reprezentuje trzypolowy płodozmiian: rzepak - pszenica ozima - jęczmień jary. W systemie tym realizowane są intensywne technologie produkcji. Nawożenie azotem stosowane jest w oparciu o dawki ustalane pod kątem maksymalizacji plonów (tab. 1).

Tabela 2. Przebieg pogody w okresie jesień-wiosna (Stacja Doświadczalna Osiny)
Table 2. Weather conditions during autumn-spring period (Experimental Station Osiny)

Miesiąc Month	Temperatura Temperature				Opad Precipitation			
	2000/ 2001	2001/ 2002	2002/ 2003	1951- 1980	2000/ 2001	2001/ 2002	2002/ 2003	1951- 1980
IX	11,7	12,4	13,2	13,5	60,8	122,6	34,5	47
X	11,1	10,8	7,3	8,2	12,4	30,2	92,9	44
XI	6,6	2,2	4,8	2,8	32,7	33,4	24,8	39
XII	1,5	-5,2	-6,8	-1,4	44,6	12,0	6,8	37
I	-0,4	-1,1	-3,2	-3,5	32,6	26,3	26,2	30
II	-0,7	3,5	-5,8	-2,4	24,4	47,3	8,1	29
III	2,7	4,6	2,0	1,5	41,9	39,7	12,9	31
IV	8,8	8,9	7,5	7,9	88,9	13,0	19,3	40

Oznaczenia N_{min} wykonywano w próbach glebowych pobieranych z pól, obejmujących wszystkie rośliny uprawiane w porównywanych systemach produkcji. Próby pobierano z warstwy 0–90 cm w dwóch terminach: jesienią po zakończeniu wegetacji roślin i wiosną przed jej początkiem. Azot mineralny w glebie oznaczano w wyciągu 1% K_2SO_4 metodą kolorymetrii przepływowej.

WYNIKI

Zawartość azotu mineralnego w glebie w ocenianych systemach produkcji wykazywała dużą zmienność w latach i poszczególnych polach. W systemie ekologicznym, pięciopolowe zmianowanie z uprawą okopowych nawożonych kompostem oraz dużym udziałem roślin motylkowatych, uprawianych w plonie głównym (40% w strukturze zasiewów) i międzyplonie, spowodowało w skali całego zmianowania w latach 2000/2001 i 2002/2003 kumulację azotu mineral-

nego w glebie (tab. 3). W systemie tym największe ilości azotu w okresie jesieni stwierdzono w stanowisku po dwuletnim użytkowaniu koniczyny z trawami, średnia zawartość N_{\min} w profilu glebowym 0–90 cm – 131 kg/ha i po ziemniaku – 112 kg/ha. Uprawa pozostałych roślin w warunkach ekologicznych powodowała jesienią koncentrację azotu mineralnego w glebie w granicach 40–50 kg/ha.

Tabela 3. Zawartość azotu mineralnego w profilu glebowym 0–90 cm w kg N ($N-NH_4 + N-NO_3$)/ha – system ekologiczny
Table 3. Content of mineral nitrogen in soil profile 0–90 cm in kg N ($N-NH_4 + N-NO_3$)/ha – ecological system

Rok Year	Pole zmianowania/stanowisko po uprawie Field of crop rotation/position after cultivation										Średnio dla zmianowania Mean for crop rotation	
	jęczmień jary/ ziemniak spring barley /potato		wsiewka/ jęczmień jary undersown/ spring barley		koniczyna czerwona + trawy/ koniczyna czerwona + trawy I rok red clover with grass/ red clover with grass I year		pszenica ozima/ koniczyna czerwona + trawy II rok winter wheat/ red clover with grass II year		ziemniak/ pszenica ozima + poplon potato/ winter wheat + catch- crop			
	jesień autumn	wiosna spring	jesień autumn	wiosna spring	jesień autumn	wiosna spring	jesień autumn	wiosna spring	jesień autumn	wiosna spring		
2000/ 2001	110,5	111,4	45,1	49,0	32,6	54,5	119,7	91,2	40,1	75,2	69,6	76,3
2001 /2002	102,6	77,2	40,9	52,9	45,3	60,5	163,6	71,4	32,6	50,9	77,0	62,6
2002/ 2003	123,9	136,6	55,8	46,0	54,6	45,3	109,3	123,1	51,5	86,8	79,0	87,6
Srednio Mean	112,3	108,4	47,3	49,0	44,2	53,4	130,9	95,2	43,1	71,0	75,6	75,4

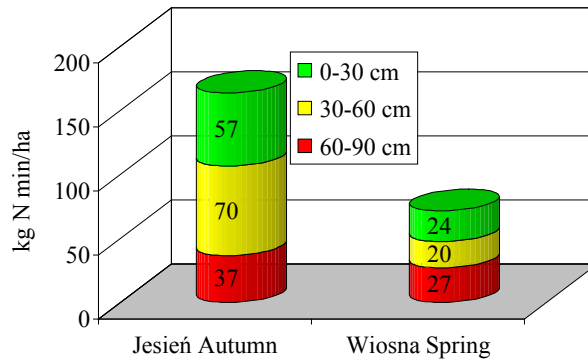
Wysokie zawartości tego składnika w stanowisku po mieszance koniczyny czerwonej z trawami wiązać należy z dużymi jej plonami (plon w II roku użytkowania w granicach 9–13 t s.m./ha), a tym samym wysoką wydajnością biologicznego wiązania azotu. W przypadku stanowiska po uprawie ziemniaka czynnikiem wpływającym na pozostałości N_{\min} był następczy efekt działania nawożenia kompostem oraz dodatkowo mineralizacja resztek mieszanki bobiku z perko, uprawianych jako poplon ścierniskowy po pszenicy ozimej. Wyniki analiz w terminie wiosennym wskazują na to, że w większości pól ilości azotu mineralnego były nieznacznie mniejsze lub nastąpił wzrost jego zawartości. Wyniki te świadczą o małych stratach azotu z gleby na drodze wymywania oraz równowadze procesów mineralizacji i immobilizacji azotu w tym systemie produkcji. Jedynie w dwóch latach, 2001 i 2002, w stanowisku po koniczynie z trawą odnotowano spadek zawartości azotu mineralnego wiosną w sto-

sunku do oznaczeń w terminie jesiennym, w roku 2001 wyniósł on około 29 kg N_{min}/ha, a w roku 2002 – 92 kg N_{min}/ha. Efekt ten spowodowany był głównie wymyciem N w głąb profilu glebowego. Sprzyjały temu dodatnie temperatury powietrza, powodujące mineralizację substancji organicznej oraz wysokie opady w okresie jesienno-zimowym i wczesną wiosną (tab. 2). Na straty azotu w wyniku wymycia wskazują ponadto dane pokazujące tendencję do przemieszczania się azotu w głąb profilu glebowego (ryc. 1). Wynik ten dowodzi, że w ogniwie zmianowania motylkowate–zboża ozime istnieje duże zagrożenie środowiskowe, związane z wymywaniem tego składnika z profilu glebowego, sugestia ta jest zbieżna z obserwacjami innych autorów [Fragstein 1996].

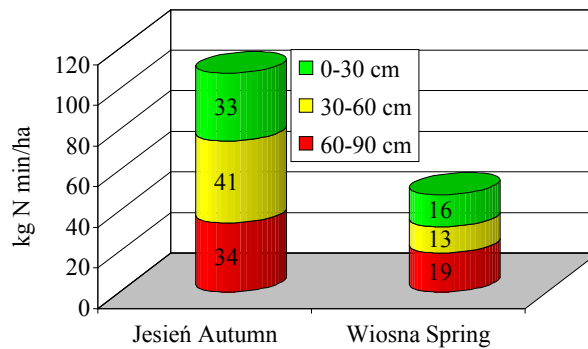
Gospodarowanie w systemie konwencjonalnym powodowało większą koncentrację azotu mineralnego w glebie w okresie jesieni niż w systemie ekologicznym, średnio dla całego zmianowania wynosiła ona w warstwie 0–90 cm 97 kg N_{min}/ha (tab. 4). Największe ilości tego składnika odnotowano w stanowisku po uprawie rzepaku ozimego – około 115 kg N_{min}/ha. W stanowisku tym stwierdzono ponadto największą różnicę zawartości N_{min} pomiędzy oznaczeniem w terminie jesiennym i wiosną, wyniosła ona średnio dla całego okresu badań 35 kg N_{min}/ha. W okresie od jesieni 2001 r. do wiosny 2002 r., w warunkach sprzyjających wymywaniu azotu (tab. 2), ubyło w analizowanej warstwie gleby po uprawie rzepaku 60 kg N_{min}/ha (tab. 4). Podobnie jak w systemie ekologicznym rozkład N_{min} w profilu glebowym wskazuje na jego przemieszczanie w głąb profilu i potencjalne zagrożenie dla wód gruntowych (ryc. 2).

Tabela 4. Zawartość azotu mineralnego w profilu glebowym 0–90 cm
w kg N (N-NH₄ + N-NO₃)/ha – system konwencjonalny
Table 4. Content of mineral nitrogen in soil profile 0–90 cm in kg N (N-NH₄ + N-NO₃)/ha
– conventional system

Rok Year	Pole zmianowania/stanowisko po uprawie Field of crop rotation/position after cultivation						Średnio dla zmianowania Mean for crop rotation	
	pszenica ozima/ rzepak ozimy winter wheat /winter rape		jęczmień jary /pszenica ozima spring barley /winter wheat		rzepak ozimy/ jęczmień jary winter rape/spring barley		jesień autumn	wiosna spring
	jesień autumn	wiosna spring	jesień autumn	wiosna spring	jesień autumn	wiosna spring		
2000/ 2001	122,5	81,8	106,7	92,2	44,4	56,2	91,2	76,7
2001/ 2002	107,2	47,6	90,2	76,7	101,3	49,1	99,6	57,8
2002/ 2003	116,5	111,4	64,7	57,9	118,3	116,4	99,8	95,2
Średnio Mean	115,4	80,3	87,2	75,6	88,0	73,9	96,9	76,6



Rycina 1. Azot mineralny w stanowisku po uprawie koniczyny czerwonej z trawą w systemie ekologicznym w jesieni 2001 i na wiosnę 2002
 Figure 1. Mineral nitrogen in a site after red clover with grass in the ecological system (autumn 2001–spring 2002)



Rycina 2. Azot mineralny w stanowisku po uprawie rzepaku w systemie konwencjonalnym w jesieni 2001 i na wiosnę 2002
 Figure 2. Mineral nitrogen in a site after rape in the conventional system (autumn 2001–spring 2002)

Uzyskane wyniki wskazują na to, że w konwencjonalnym systemie produkcji występował nadmiar azotu oraz mniejsza efektywność jego wykorzystania w porównaniu z systemem ekologicznym, spostrzeżenia te są zbieżne z obserwacjami innych autorów [Halberg i in. 1995; Warff i in. 1995].

WNIOSKI

1. W ekologicznym systemie produkcji roślinnej, średnio dla całego zmianowania, w jesiennym terminie analiz stwierdzono w warstwie gleby 0–90 cm mniejszą o około 20 kg/ha koncentrację N_{\min} niż w zmianowaniu realizowanym w systemie konwencjonalnym.

2. Gospodarowanie w systemie ekologicznym, w którym zastosowano wielostronny pięciopolowy płodozmian w porównaniu z systemem konwencjonalnym opartym na uproszczonym trójpolowym płodozmianie, charakteryzowały mniejsze straty azotu mineralnego.

3. Ocena zawartości azotu mineralnego w profilu glebowym umożliwiła uściślenie miejsc w zmianowaniach o potencjalnie największym zagrożeniu dla środowiska (o największych stratach), były to: stanowisko po uprawie koniczyny z trawą w systemie ekologicznym i po rzepak w systemie konwencjonalnym.

PIŚMIENICTWO

- Fotyma M., Fotyma E. 1996. Zawartość azotu mineralnego w glebie jako wskaźnik środowiskowych skutków nawożenia. Materiały konferencji „Nadmiar azotu w rolnictwie czynnikiem zagrożenia zdrowia człowieka”. Warszawa 9-10 I 1997 r. Wyd. IMUZ – Falenty, 35–40.
- Fotyma M., Kuś J. 1997. Oddziaływanie rolnictwa na środowisko glebowe. Materiały konferencji naukowej pt. "Ochrona i wykorzystanie przestrzeni produkcyjnej Polski" Puławy 3–4 czerwiec, Wyd. IUNG, K, 12,1,155–171.
- Fragstein P., 1996. Nutrient management in organic farming. Fundamentals of Organic Agriculture. Proc. of the 11 IFOAM Int. Scien. Conf., Copenhagen, 11–15 August, 1, 62–72.
- Halberg N., Stefan Kristensen E., Sillebak Kristensen I. 1995. Nitrogen turnover on organic and conventional mixed farms. J. Agric. Environ. Ethic 8, 1, 30–51.
- Kuś J., Duer I., Martyniuk S., Jończyk K., Mróz A. 1999. Wpływ ekologicznego sposobu gospodarowania na plonowanie roślin, właściwości fizykochemiczne i biologiczne gleby oraz oddziaływanie na środowisko przyrodnicze. Opracowanie pod red. H. Runowskiego pt. Przyrodnicze aspekty rolnictwa ekologicznego i jakość jego produktów. Wyd. SGGW, Warszawa, 7–30.
- Sapek B. 1996. Zagrożenie zanieczyszczenia wód azotem w wyniku działalności rolniczej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440, 309–330.
- Van der Werff P.A., Baars A., Oomen G. 1995. Nutrient balances and measurement of nitrogen losses on mixed ecological farms on sandy soil in the Netherlands. In: Biological Agriculture and Horticulture 2, 41–50.

