

WPLYW WIELOLETNIEGO SKŁADOWANIA OBORNIKA NA ZAWARTOŚĆ MINERALNYCH FORM AZOTU W GLEBIE

Zygmunt MIATKOWSKI, Janusz TURBIAK, Adam SOŁTYSIK

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

Słowa kluczowe: agroturystyka, mineralne formy azotu, ochrona wody i gleby, składowanie obornika, zanieczyszczenia rolnicze

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące wpływu wieloletniego składowania obornika na zawartość mineralnych form azotu w glebie w miejscu składowisk obornika i w ich pobliżu oraz ocenę zasięgu oddziaływania tych składowisk. Badania przeprowadzono w 40 gospodarstwach rolnych znajdujących się w czterech gminach: Człopa, Drawsko, Krzyż i Trzcianka, położonych w otulinie Drawieńskiego Parku Narodowego, na pograniczu województw wielkopolskiego i zachodniopomorskiego. Zawartość mineralnych form azotu w glebie w miejscu składowania obornika była bardzo duża, natomiast w odległości 8–10 m od składowiska na ogół mała, chociaż w niektórych przypadkach, zwłaszcza na terenie zagród, również duża. Składowanie obornika na nieodpowiednich płytach gnojowych, nie spełniających wymogów właściwego przechowywania (popękanych, nieuszczelnionych lub zbyt małych w stosunku do potrzeb), wywołuje podobne skutki, jak składowanie bezpośrednio na gruncie, a niekiedy nawet gorsze. Duża zawartość związków azotu w glebie w miejscu składowania stałych odchodów zwierzęcych stwarza zagrożenie dla środowiska, zwłaszcza jakości wód gruntowych i powierzchniowych, szczególnie w warunkach składowania i przechowywania obornika na glebach lekkich i bardzo lekkich przepuszczalnych, jak w przypadku analizowanych gospodarstw. Ochrona środowiska naturalnego, jego walorów turystycznych i rekreacyjnych, polegająca między innymi na ograniczeniu ujemnego oddziaływania rolnictwa, powinna być jednym z priorytetów w planowaniu rozwoju tego regionu.

Adres do korespondencji: doc. dr hab. Z. Miatkowski, Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy IMUZ, al. Ossolińskich 12, 85-093 Bydgoszcz; tel. +48 (52) 322 56 82, e-mail: imuzbyd@by.onet.pl

WSTĘP

Obszar badań, położony w otoczeniu Drawieńskiego Parku Narodowego, ma duże walory przyrodnicze, turystyczne i rekreacyjne. Do najważniejszych z nich, decydujących o atrakcyjności turystycznej tego terenu, należy zaliczyć duże kompleksy leśne, liczne jeziora oraz obszary chronione. Zalety środowiska naturalnego oraz atrakcyjne położenie niektórych gospodarstw rolniczych stwarzają dogodne warunki do rozwoju agroturystyki, która może być źródłem dodatkowego dochodu dla rolników. Ze względu na niekorzystne lub przeciętne warunki naturalne do produkcji rolniczej, wielu rolników jest zainteresowanych działalnością agroturystyczną. Niezbędne jest jednak zachowanie i ochrona zasobów naturalnych tego terenu przed negatywnym oddziaływaniem rolnictwa, a w przypadku gospodarstw bezpośrednio zainteresowanych rozwojem takiej działalności, także odpowiednie urządzenie i przystosowanie zagród do celów agroturystyki.

W przeważającej liczbie gospodarstw rolniczych znajdujących się na tym obszarze brak było urządzeń do przechowywania stałych odchodów zwierzęcych, a obornik składowano bezpośrednio na gruncie, nierzadko w centralnej części zagrody, w pobliżu studni i zabudowań mieszkalnych. Na tym terenie dominują gleby lekkie i bardzo lekkie, lokalnie występuje gęsta sieć cieków, w związku z czym takie składowanie obornika stanowi zagrożenie dla jakości gleby i wody nie tylko w bezpośrednim otoczeniu składowisk [DURKOWSKI i in., 1997; SAPEK, 1994; 1995; SAPEK, SAPEK, 1998; SAPEK, SAPEK, PIETRZAK, 1998; TERLIKOWSKA, 1998].

Celem badań było określenie wpływu wieloletniego składowania obornika na zawartość mineralnych form azotu w glebie w miejscu składowisk obornika i w ich pobliżu oraz ocena zasięgu oddziaływania tych składowisk.

ZAKRES I METODY BADAŃ

Badania wykonano w 1997 r. w 40 gospodarstwach rolnych znajdujących się w czterech gminach: Człopa, Drawsko, Krzyż i Trzcianka, położonych w otulinie Drawieńskiego Parku Narodowego, na pograniczu województw wielkopolskiego i zachodniopomorskiego.

W wytypowanych gospodarstwach przeprowadzono badania zawartości azotu azotanowego i amonowego w glebie w sąsiedztwie miejsc, w których składowano obornik (przeważnie od kilkunastu do kilkudziesięciu lat). Badania te wykonano w miejscu składowania obornika i w odległości 8–10 m od składowiska w warstwach gleby: 0–20, 30–50 i 80–100 cm.

Próby gleby do oznaczeń zawartości azotu pobrano w pierwszej połowie maja. Glebę pobierano z trzech odwiertów, następnie dla każdej warstwy sporządzano próbę mieszaną. Oznaczenia zawartości azotu azotanowego (N-NO₃) wykonano kolorymetrycznie z kwasem fenylodwusulfonowym w wyciągu wodnym, nato-

miast azotu amonowego ($N-NH_4$) metodą destylacyjną wg WARINGA-BREMNERA [1964]. Wyniki oznaczeń zawartości azotu wyrażono w stosunku do suchej masy gleby.

CHARAKTERYSTYKA ANALIZOWANYCH GOSPODARSTW

Średnia powierzchnia gospodarstwa na terenie analizowanych gmin wynosiła 18,0–36,8 ha (tab. 1). Grunty orne stanowiły od 36 do 89%, a użytki zielone od 11 do 64% powierzchni. We wszystkich gminach przeważały gleby klas IV, V i VI na gruntach ornych oraz IV i V na użytkach zielonych.

Głównymi roślinami uprawianymi w analizowanych gospodarstwach były zboża oraz rośliny okopowe. Z roślin zbożowych największą powierzchnię zajmowały żyto i mieszanki zbożowe, a z okopowych – ziemniaki. Plony zbóż w badanych gospodarstwach były stosunkowo niewielkie i wynosiły 1,5–4,5 t·ha⁻¹, a plony ziemniaków – 16–40 t·ha⁻¹.

Dominował chów bydła mlecznego i opasowego. Utrzymywano również trzodę chlewną i drób.

W większości analizowanych gospodarstw obornik usuwano ręcznie. Składowiska przylegały do zabudowań gospodarskich, a nierzadko znajdowały się w centrum zagrody, w pobliżu studni. Urządzenia do składowania obornika były różnej konstrukcji – od prowizorycznych obudów przyzmy obornika do betonowych płyt gnojowych ze zbiornikami na gnojówkę. Te ostatnie pochodziły jednak najczęściej z okresu międzywojennego i znajdowały się w 10 gospodarstwach na 40 objętych badaniami. W większości nie spełniały one podstawowych wymagań stawianych tego rodzaju urządzeniom. Niektóre z nich były nieszczelne lub miały niesprawne systemy odprowadzania i gromadzenia gnojówki, a pozostałe były zbyt małe na potrzeby tych gospodarstw. Prawidłowo wykonana budowla do składowania wraz z podjazdem do załadunku obornika znajdowała się tylko w jednym gospodarstwie. W 30 gospodarstwach obornik składowano bezpośrednio na gruncie bez żadnych zabezpieczeń, czasami w bezpośrednim sąsiedztwie cieków lub rowów melioracyjnych.

WYNIKI BADAŃ I ICH DYSKUSJA

Gleby o dużej zawartości mineralnych form azotu, który nie może być pobrany przez rośliny, stanowią źródło emisji tych związków do wody gruntowej i powierzchniowej. Bardzo dużą zawartość związków azotu stwierdza się między innymi w glebach w obrębie zagród gospodarstw rolniczych i w pobliżu miejsc składowania obornika.

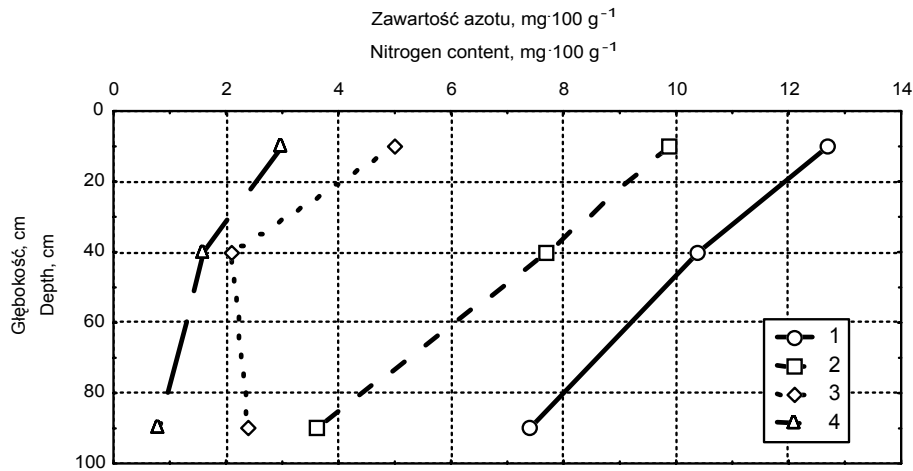
Składowiska obornika w gospodarstwach objętych badaniami były najczęściej zlokalizowane na glebach lekkich i bardzo lekkich, stanowiły więc głównie źródło zanieczyszczeń wody gruntowej i studzien gospodarskich [CIEŚLIŃSKI, MIATKOWSKI, 1997]. W niektórych przypadkach składowiska obornika znajdowały się w pobliżu cieków lub rowów melioracyjnych, a odcieki gnojówki z tych składowisk trafiały bezpośrednio do wód powierzchniowych.

W warunkach przechowywania obornika bezpośrednio na ziemi stwierdzono w glebie w miejscu składowania bardzo dużą zawartość obu form azotu (tab. 2, rys. 1). Średnia zawartość azotu w formie azotanowej w warstwie 0–20 cm wynosiła $9,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby i stopniowo zmniejszała się w dół profilu, osiągając na głębokości 80–100 cm nadal dużą wartość – $3,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Wystąpiły bardzo duże różnice między minimalną a maksymalną zawartością tej formy azotu w glebie w poszczególnych przypadkach – maksymalna zawartość stwierdzona w jednym z gospodarstw wynosiła aż $27,2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ w górnej warstwie (0–20 cm) i blisko $9,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ w warstwie 80–100 cm. Średnia zawartość formy amonowej w glebie była również duża – najwyższa średnia wartość – $5,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ w warstwie 30–50 cm. Podobnie jak w przypadku azotu azotanowego, wystąpiły duże różnice między zawartością minimalną a maksymalną. Uwagę zwraca bardzo duża zawartość azotu amonowego w miejscu składowania obornika – $56,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ i $45,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, którą stwierdzono w jednym przypadku w warstwach głębszych – 30–50 cm i 80–100 cm. Tak dużą zawartość wymienionej formy azotu stwierdzono w glebie na terenie jednego z gospodarstw, w którym składowisko obornika znajdowało się w warunkach płytkiego poziomu zwierciadła wody gruntowej.

Zawartość azotu mineralnego w glebie w miejscu składowania obornika była bardzo duża, biorąc pod uwagę, że składowiska znajdowały się przeważnie na glebach lekkich, bardzo przepuszczalnych, o małych zdolnościach sorpcyjnych, wytworzonych głównie z głębokich piasków luźnych i słabogliniastych.

Średnia zawartość azotu azotanowego w miejscu składowania w przypadku przechowywania obornika na płytach była, podobnie jak w warunkach składowania bezpośrednio na gruncie, bardzo duża (tab. 2). Nieco mniejsza była średnia zawartość azotu amonowego, co wynikało raczej z położenia w lepszych warunkach drenażowych niż z ochronnego działania płyt gnojowych (tab. 2).

Wynika z tego, że składowanie i przechowywanie obornika na popękanych i nieszczelnych płytach gnojowych lub zbyt małych w stosunku do potrzeb wywołuje podobne skutki do składowania bezpośrednio na gruncie. W razie usytuowania płyt uszkodzonych, nie spełniających wymogów właściwego przechowywania w pobliżu cieków lub rowów melioracyjnych składowanie na nich obornika mogło stanowić większe zagrożenie dla jakości wody w ciekach niż składowanie bezpośrednio na ziemi, gdyż część odcieków z przyzmu obornika trafiała bezpośrednio do cieku. Takie przypadki stwierdzono w niektórych gospodarstwach.



Rys. 1. Zawartość azotu mineralnego (N-NO₃ + N-NH₄) w glebie w obrębie gospodarstw rolniczych; 1 – składowisko obornika w warunkach składowania na ziemi, 2 – składowisko obornika w warunkach składowania na płycie, 3 – poza składowiskiem w obrębie zagrody, 4 – poza składowiskiem poza zagrodą

Fig. 1. Content of mineral nitrogen (N-NO₃ + N-NH₄) in soil within farms; 1 – manure stored on the ground, 2 – manure stored on a pad, 3 – out of the storage place within the farmstead, 4 – outside the farmstead

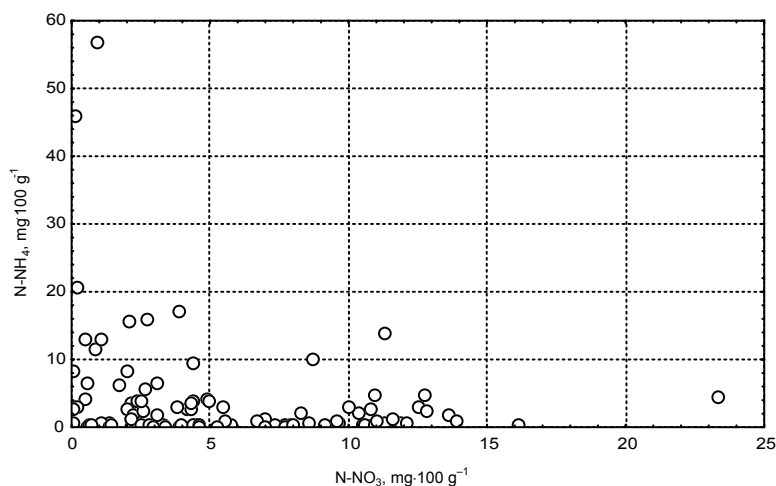
W sytuacji, gdy płyta spełniała wymogi właściwego składowania i przechowywania obornika (jedno gospodarstwo), zawartość azotu amonowego i azotanowego tak w górnej, jak i w dolnych warstwach gleby była zbliżona do zawartości stwierdzonej w glebie w pobliżu gospodarstw. Średnia zawartość formy azotanowej w glebie w miejscu składowania obornika wynosiła tam ok. 2 mg·100 g⁻¹, a formy amonowej – ok. 0,18 mg·100 g⁻¹ gleby.

Poza składowiskiem zawartość azotu mineralnego w glebie na ogół była mała (tab. 2, rys. 1). Średnia zawartość formy azotanowej w warstwach 0–20 cm, 30–50 cm i 80–100 cm wynosiła odpowiednio 2,1 mg·100 g⁻¹, 1,2 mg·100 g⁻¹ i 0,9 mg·100 g⁻¹ gleby, natomiast formy amonowej – 0,6 mg·100 g⁻¹, 0,3 mg·100 g⁻¹ i 0,2 mg·100 g⁻¹ gleby. Zawartości te są zbliżone do naturalnej zawartości tego składnika w glebach uprawnych, podanej przez GORLACHA i GRZYWNOWICZA [1988].

Znacznie większą zawartość azotu w glebie poza miejscem składowania obornika stwierdzono w obrębie zagród oraz w zasięgu wycieków ze składowisk i w miejscach występowania rozlewisk wód gnojowych i gnojówki na powierzchni, a także w przypadku występowania wysokiego poziomu wody gruntowej. Średnia zawartość azotu na terenie zagród w warstwie 0–20 cm wynosiła ok. 5 mg·100 g⁻¹ gleby, a maksymalna przekraczała 8 mg·100 g⁻¹. Zawartość azotu w glebie w obrębie zagród była duża również w głębszych warstwach, dochodząc średnio do 2,5

mg·100 g⁻¹ na głębokości 80–100 cm. Dostyć duża zawartość azotu w glebie poza miejscem składowania w obrębie zagród była rezultatem dopływu związków organicznych z odchodów zwierzęcych, składowania płodów rolnych, nawozów, wylewania nieczystości itp. Dużą zawartość azotu w glebie poza składowiskiem stwierdzono także na trasach odcieków z przyzmy obornika. Zasięg oddziaływania składowisk dochodził do kilkunastu metrów w zależności od przepuszczalności gleby i spadku terenu. W powyższych przypadkach dużą zawartość azotu stwierdzono jednak tylko w górnych warstwach gleby. Średnia zawartość azotu w warstwie 0–20 cm wynosiła ok. 4,8 mg·100 g⁻¹ gleby, a w warstwie 80–100 cm – ok. 1,3 mg·100 g⁻¹.

Często, bez względu na głębokość pobrania prób, dużej zawartości azotu azotanowego towarzyszyła mała zawartość azotu amonowego i odwrotnie (rys. 2). Wpływ na to miały warunki wodne i natlenienie gleb. Duża zawartość formy amonowej występowała w warunkach wysokiego poziomu wody gruntowej lub stagnowania na powierzchni wód gnojowych i gnojówki, gdzie dominowały procesy redukcyjne.



Rys. 2. Związek między zawartością azotu azotanowego i amonowego w glebie w miejscach składowania obornika

Fig. 2. Relationship between the content of nitrate and ammonium nitrogen in soil in the places of manure storage

Duża zawartość mineralnych form azotu w glebach na terenie zagród występuje na ogół lokalnie w pobliżu tzw. „gorących punktów” [SAPEK, 2002], do których należą między innymi składowiska obornika. W tych miejscach łączna zawartość mineralnych form azotu w glebie może przekraczać nawet 200 mg·dm⁻³ [SAPEK, 2002].

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawione w pracy wyniki badań charakteryzują zawartość mineralnych form azotu w glebach w pobliżu składowisk obornika. Miejsca te między innymi decydują o zagrożeniu stwarzanym przez zagrodę dla jakości gleby i wody w otoczeniu. Stwierdzona zawartość azotu w miejscu składowania obornika była bardzo duża, szczególnie w niektórych gospodarstwach. Dużą zawartość azotu w glebie stwierdzono także w miejscach rozlewisk wód gnojowych i gnojówki oraz w obrębie zagród. Poza zagrodą zawartość związków tego pierwiastka w glebie była na ogół zbliżona do przeciętnej zawartości w glebach uprawnych.

Wykazano, że składowanie obornika na nieodpowiednich płytach gnojowych, nie spełniających wymogów właściwego przechowywania (popękanych, nieszczelnych lub zbyt małych w stosunku do potrzeb), wywołuje podobne skutki, a niekiedy nawet gorsze niż w warunkach składowania bezpośrednio na gruncie. Tylko w jednym gospodarstwie była płyta gnojowa spełniająca wymogi właściwego składowania i przechowywania obornika. Dzięki temu zawartość azotu amonowego i azotanowego w pobliżu składowiska zarówno w górnej, jak i w dolnych warstwach gleby w tym gospodarstwie była mała.

Wyniki badań nie dają podstaw do oszacowania ilości azotu, który dociera do wód gruntowych wraz z infiltrującą wodą. Biorąc jednak pod uwagę dużą zawartość azotu oraz fakt, że w analizowanych gospodarstwach dominują gleby lekkie, przepuszczalne, o składzie granulometrycznym piasków luźnych i słabogliniastych, ilość azotu, która w ciągu roku trafia do wód gruntowych ze składowisk obornika, jest znaczna. Wyniki badań świadczą jednocześnie, że składowiska te należy traktować jako punktowe źródło zanieczyszczeń o stosunkowo niewielkim zasięgu, zwłaszcza jeżeli w podłożu występują grunty zwarte, mało przepuszczalne. Potwierdzają to rezultaty badań zawartości azotu w glebie poza miejscem składowania obornika – w odległości 8–10 m od składowisk na ogół była ona mała i nie przekraczała kilku mg na 100 g suchej masy gleby.

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski.

1. Zawartość mineralnych form azotu w glebie w miejscu składowania obornika była bardzo duża – średnio w warstwach 0–20 cm i 30–50 cm wynosiła odpowiednio 11,3 i 9,1 mg·100 g⁻¹ suchej masy gleby, a maksymalnie – 56,8 mg·100 g⁻¹ gleby.

2. Zawartość azotu mineralnego w glebie malała w miarę oddalania się od miejsca składowania obornika i w odległości 8–10 m od składowiska była na ogół mała, chociaż w niektórych przypadkach, zwłaszcza na terenie zagrody, również i tu była duża.

3. Duża zawartość azotu mineralnego w glebie w miejscu składowania stałych odchodów zwierzęcych stwarza zagrożenie dla środowiska, zwłaszcza dla jakości wód gruntowych i powierzchniowych, szczególnie w warunkach składowania

i przechowywania obornika na glebach lekkich i bardzo lekkich przepuszczalnych, jak w przypadku analizowanych gospodarstw.

4. Ochrona środowiska naturalnego, jego walorów turystycznych i rekreacyjnych, polegająca między innymi na ograniczeniu negatywnego oddziaływania rolnictwa, powinna być jednym z priorytetów w planowaniu rozwoju tego regionu.

Badania dofinansowano z funduszu PHARE, projekt PL 9312-08-02/598.

LITERATURA

- CIEŚLIŃSKI Z., MIATKOWSKI Z., 1997. Ochrona wód i gleby na terenie województwa piłskiego. Raport końcowy z wykonania prac badawczych w ramach programu PHARE, symbol: PL 9312-08-02/598. Bydgoszcz: IMUZ ss. 16.
- DURKOWSKI T., BURCZYK P., WALCZAK B., WESOŁOWSKI P., 1997. Zagroda wiejska – źródłem zagrożenia czystości wody i gleby. W: Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa. Mater. Semin. nr 39. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 147–153.
- GORLACH E., GRZYWNOWICZ I., 1988. Distribution of various nitrogen forms in the soil profile and their relationship with nitrogen taken up by plants. Pol. J. Soil Sci. vol. 21 s. 43–49.
- SAPEK A., 1994. Oddziaływanie na środowisko gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka. Mater. Inf. nr 24. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 18.
- SAPEK B., 1995. Wymywanie azotanów oraz zakwaszenie gleby i wód gruntowych w aspekcie działalności rolniczej. Mater. Inf. nr 30. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 31.
- SAPEK B., 2002. Jakość gleby i wody w gospodarstwach demonstracyjnych. W: Cele i sposoby ograniczania rozproszenia składników nawozowych z gospodarstwa rolnego do środowiska. Zesz. Edukac. 7/2002. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 57–71.
- SAPEK B., SAPEK A., 1998. Monitoring jakości wody gruntowej w zagrodzie wiejskiej i jej otoczeniu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 458 s. 495–504.
- SAPEK A., SAPEK B., PIETRZAK S., 1998. Zagęszczenie produkcji rolnej w zagrodzie jako źródło zanieczyszczenia wody. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 459 s. 103–124.
- TERLIKOWSKA K., 1998. Sposób składowania obornika a jakość wody gruntowej. W: Przyrodnicze i techniczne problemy gospodarowania wodą dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. Mater. Konf. Nauk. Warszawa: SGGW s. 65–70.
- WARING S. A., BREMNER J. M., 1964. Ammonium production in soil under waterlogged conditions as an index of nitrogen availability. Nature vol. 201 s. 951–952.

Zygmunt MIATKOWSKI, Janusz TURBIAK, Adam SOŁTYSIK

**THE EFFECT OF LONG-TERM FARMYARD MANURE STORAGE
ON THE CONTENT OF MINERAL NITROGEN IN SOIL**

Key words: water and soil protection, farmyard manure storage, agricultural pollutants, mineral nitrogen forms, agrotourism

S u m m a r y

Effects of a long-term farmyard manure storage on the content of soil mineral nitrogen in the dumping site and in its vicinity are presented in the paper. The study was carried out in 40 farms located in 4 communes: Człopa, Drawsko, Krzyż and Trzcianka in the surroundings of the Drawa National Park on the border of the wielkopolskie and zachodniopomorskie provinces. The content of mineral forms of nitrogen in soil in the dumping site was very high while at a distance of 8–10 m from the storage place it was generally low, though in some cases, especially within the farmstead, it was also high. Farmyard manure storage on unsuitable, improper (cracked, untight or too small) manure pads gives effects similar, and in some cases even worse than when manure is stored directly on the ground. High nitrogen content in soil in places of storing animal faeces poses a threat to the environment, especially to the ground and surface water quality. The problem is particularly important when manure is stored on light and very light permeable soils as it was the case in the analysed farms. Protection of natural environment, of its tourist and recreational qualities, consisting e.g. in the reduction of negative agricultural impacts should be one of the priorities in planning regional development.

Recenzenci:

prof. dr hab. Barbara Sapek

prof. dr hab. Stanisław Twardy

Praca wpłynęła do Redakcji 06.11.2002 r.

Tabela 1. Charakterystyka analizowanych gospodarstw

Table 1. Characteristics of the analysed farms

Wyszczególnienie Specification	Gmina Commune			
	Człopa	Drawsko	Krzyż	Trzcianka
1	2	3	4	5
Średnia powierzchnia gospodarstwa, ha Mean farm area, ha	18,0	36,8	26,4	28,7
Struktura użytków rolnych Agricultural land structure				
– grunty orne, % UR arable lands, % AR	89	49	36	60
– użytki zielone, % UR grassland, % AR	11	51	64	40
Jakość gleb Quality of soils				
– przewaga klas gleb gruntów ornych predominance of classes of arable grounds	IV, V	V, VI	V	V, VI
– przewaga klas gleb użytków zielonych predominance of grassland classes	IV	V	IV	IV, V
Główne rośliny uprawne Main crops				
– zboża (głównie) cereals (mainly)	żyto rye	żyto rye	żyto, mieszanki zbożowe	żyto, mieszanki zbożowe
– okopowe (głównie) tuber crops (mainly)	ziemniaki potatoes	ziemniaki potatoes	rye, cereal mixtures ziemniaki potatoes	rye, cereal mixtures ziemniaki potatoes
Plony roślin Crop yields				
– zboża, t·ha ⁻¹ cereals, t·ha ⁻¹	2,5–4,5	2,0–5,0	1,5–3,0	2,0–3,0
– ziemniaki, t·ha ⁻¹ potatoes, t·ha ⁻¹	20–40	20–30	16–25	16–25

cd. tab. 1

1	2	3	4	5
Główne kierunki produkcji zwierzęcej Main types of animal production	trzoda chlewna, drób pigs, poultry	bydło mleczne i opaso- we, trzoda chlewna dairy and fattening cattle, pigs	bydło mleczne i opa- sowe dairy and fattening cattle	bydło cattle
Udział gospodarstw składających obornik, % Share of farms storing farmyard manure, %				
– bezpośrednio na ziemi directly on the ground	80	70	50	100
– na płycie gnojowej on a manure pad	20	30	50	0
Ilość azotu w odchodach zwierząt gospodarskich, kg·ha ⁻¹ Nitrogen amount in faeces of farm animals, kg·ha ⁻¹	27	47	60	45

Tabela 2. Średnia zawartość azotu azotanowego i amonowego w glebie w warunkach składowania obornika bezpośrednio na ziemi i na płytach betonowych nie spełniających wymogów właściwego składowania

Table 2. Mean content of nitrate and ammonium nitrogen in soil under conditions of manure storage directly on the ground and on concrete pads that do not meet the requirements of proper storage

Miejsce pobrania Collection place	Warstwa Layer	Zawartość, mg·100 g ⁻¹ s.m. Content, mg·100 g ⁻¹ d.m.							
		N-NO ₃				N-NH ₄			
		\bar{x}	<i>SD</i>	min.	max	\bar{x}	<i>SD</i>	min.	max
		Składowanie bezpośrednio na ziemi				Storage directly on the ground			
Składowisko obornika	0–20	9,38	6,21	0,90	27,20	3,27	4,35	0,00	15,81
Manure dumping place	30–50	5,16	3,67	0,18	10,94	5,26	11,18	0,02	56,76
	80–100	3,00	2,59	0,07	8,74	4,60	9,40	0,02	45,84
8–10 m od granicy składowiska	0–20	2,54	1,70	0,11	6,32	0,56	0,44	0,06	1,68
8–10 m from the storage place edge	30–50	1,23	1,11	0,05	5,27	0,34	0,35	0,02	1,73
	80–100	0,95	1,52	0,02	5,96	0,25	0,44	0,00	2,23
		Składowanie na płytach nie spełniających wymogów				Storage on pads that do not meet the requirements			
Składowisko obornika	0–20	6,87	4,74	0,21	13,62	2,98	6,29	0,12	20,68
Manure dumping place	30–50	5,63	3,94	1,09	13,87	2,02	4,03	0,06	13,02
	80–100	3,02	2,81	0,64	9,60	0,53	0,63	0,00	1,79
8–10 m od granicy składowiska	0–20	1,76	1,28	0,87	5,01	0,57	0,36	0,02	1,20
8–10 m from the storage place edge	30–50	1,25	1,07	0,25	3,70	0,32	0,17	0,02	0,55
	80–100	0,94	0,97	0,18	2,87	0,20	0,11	0,00	0,36

Oznaczenia: \bar{x} – wartość średnia, *SD* – odchylenie standardowe.

Explanations: \bar{x} – mean value, *SD* – standard deviation.