

Irena Burzyńska*

**OCENA ZWIĄZKU MIĘDZY ZAWARTOŚCIĄ ROZPUSZCZALNEGO
WĘGLA ORGANICZNEGO W GLEBIE A STĘŻENIEM MINERALNYCH
FORM AZOTU W PŁYTKICH WODACH GRUNTOWYCH Z ZAGRODY
I JEJ OTOCZENIA**

**ASSESSMENT OF RELATIONSHIP BETWEEN THE CONTENT
DISSOLVED ORGANIC CARBON IN THE SOIL AND MINERAL FORMS
OF NITROGEN IN THE SHALLOW GROUND WATER FROM FARMSTEAD**

Słowa kluczowe: rozpuszczalny węgiel organiczny, płytkie wody gruntowe, zagroda wiejska.
Key words: dissolved organic carbon, the shallow ground water, the farm.

Uncontrolled dispersion of the ingredients animal origin, especially nitrates, can be a source of health risk for humans and animals consuming of contaminated water.

The study was conducted in farms from village Dziarnowo (Masovian Province) and Małszyce (Kujawsko-Pomorskie Province). Samples of the soil and the shallow ground water were taking from the monitoring points located on the farm.

Negative statistically significant correlations of Spearman between the DOC content in soil and ammonium nitrogen concentration in the shallow ground water were obtained. Increasing of DOC content in soil from farms was accompanied a lower of nitrate infiltration into the ground water.

1. WPROWADZENIE

Zagroda wiejska i jej otoczenie stanowi punktowe źródło zanieczyszczeń rolniczych. Nawozy organiczne składowane na terenie gospodarstwa stanowią niekontrolowane źródło transferu azotu, fosforu, potasu oraz materii organicznej do systemów wodnych [Chadwick i Chen 2002 oraz Sapek 2000, Sapek i Sapek 2007]. Rozpuszczalna materia glebo-

* *Dr Irena Burzyńska – Laboratorium Badawcze Chemii Środowiska, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, al. Hrabka 3, Falenty, 05-090 Raszyn; tel.: 22 735 75 68; e-mail: i.burzynska@itep.edu.pl*

wa (DOM) spełnia ważną rolę w biochemicznych przemianach m.in. węgla, azotu i fosforu oraz metali. Uczestniczy, między innymi, w procesach akumulacji, rozkładu oraz transporcie składników mineralnych w glebie [Kalbitz i in. 2000; Quallis i Richardson 2003]. Tempo uwalniania rozpuszczalnego węgla organicznego (DOC), rozpuszczalnego azotu organicznego (DON) i rozpuszczalnego fosforu organicznego (DOP) z gleby różni się w znacznie większym stopniu niż wcześniej zakładano [Kalbitz i in. 2000].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu RWO w glebie na przemieszczanie się mineralnych form azotu (N-NO_3 i N-NH_4) do płytkich wód gruntowych z terenu zagrody i jej otoczenia.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do badań wykorzystano próbki gleby i płytkich wód gruntowych pobranych z gospodarstw demonstracyjnych projektu BAAP (Projekt Ograniczenia Zanieczyszczenia Wód Bałtyku ze Źródeł Rolniczych) realizowanego w Zakładzie Chemii Gleby i Wody IMUZ w Falentach. Szczegółowy opis zawierają prace Sapek [2000] oraz Sapek i Sapek [2007].

Badania prowadzono na terenie gmin rolniczych we wsiach: Małszyce (woj. kujawsko-pomorskie) – 4 gospodarstwa i Dziarnowo (woj. mazowieckie) – 4 gospodarstwa

Wieś Małszyce należy do gminy Ciechocin, położonej na glebach gliniastych zwałowych, piaskach nagliniastych oraz glebach brunatnych. Dzięki dobrym warunkom przyrodniczo-glebowym podstawową działalnością jest uprawa zbóż i roślin okopowych oraz wysoka produkcja żywca wieprzowego. Wieś Dziarnowo wchodzi w skład gminy Stara Biała, położonej w większości na glebach bielcowych. Gmina specjalizuje się w uprawie roślinnej (zboża) oraz hodowli zwierząt gospodarskich (dominuje drób, trzoda chlewna i bydło).

Gleby z gospodarstw demonstracyjnych charakteryzowały następujące właściwości fizyko-chemiczne, tj. Małszyce: $\text{pH}_{\text{KCl}} - 6,5$; $\text{C}_{\text{org}} - 19,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; $\text{N}_{\text{og}} - 1,66 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Dziarnowo: $\text{pH}_{\text{KCl}} - 6,9$; $\text{C}_{\text{org}} - 26,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$; $\text{N}_{\text{og}} - 2,17 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$.

W latach 2001 i 2002 do badań pobierano próbki gleby z warstw: 0–10 i 10–20 cm oraz płytkich wód gruntowych ze studzienek kontrolnych usytuowanych na terenie zagrody i jej otoczenia. Próbki pobierano z miejsc stanowiących źródło rozpraszania zanieczyszczeń (tj. w pobliżu obory, miejsca składowania odchodów zwierzęcych itp.). Próbki gleby pobierano dwukrotnie w ciągu roku – wczesną wiosną i jesienią, a płytkie wody gruntowe z głębokości do 200 cm, co 1,5–2 miesiące w ciągu roku.

Świeżo pobrane próbki ekstrahowano za pomocą $0,01 \text{ mol CaCl}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ według zmodyfikowanej do potrzeb badań metody Houby i in. [1990]. W wyciągu z gleby oraz płytkich wodach gruntowych mierzono pH potencjometrycznie. Zawartość: RWO, N-NO_3 i N-NH_4 oznaczono metodą kolorymetrii przepływowej z segmentowanym strumieniem (SFA) zgodnie z procedurą SKALARA (Breda).

3. WYNIKI I Dyskusja

Zawartość rozpuszczalnych form węgla organicznego (RWO) oraz mineralnych form azotu (N-NO_3 i N-NH_4) w glebie z zagrody wiejskiej i jej otoczenia w miejscowościach Małszyce i Dziarnowo była zróżnicowana (tab. 1). Znacznie większe zawartości RWO zanotowano w glebie z Dziarnowa. Była ona zasobniejsza w węgiel organiczny ($C_{\text{org}} - 26,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż gleba z Małszyc ($C_{\text{org}} - 19,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Wierzchnia warstwa gleby do 10 cm z gospodarstw demonstracyjnych w Dziarnowie zawierała kilkakrotnie więcej RWO oraz azotu azotanowego niż gleba z Małszyc. Znaczne wahania zawartości RWO oraz mineralnych form azotu w glebie były uzależnione od miejsca pobrania próbek. Największe ich zawartości zanotowano w pobliżu miejsc składowania obornika oraz budynków inwentarskich.

Tabela 1. Wartość $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ oraz zawartość RWO i mineralnych form azotu: N-NO_3 i N-NH_4 w warstwie gleby (0–10 cm) z zagrody i jej otoczenia

Table 1. $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ value and content of DOC and mineral form nitrogen: N-NO_3 i N-NH_4 in the soil (0–10 cm) from farmstead

Miejscowość	Parametr	Średnia	Mediana	Min.–max.	Odchylenie standardowe	Kurtoza
MAŁSZYCE n=60	$\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$	6,44	6,49	4,94–7,99	0,72	-0,34
	RWO $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	12,58	11,82	9,92–20,86	2,94	3,17
	$\text{N-NO}_3 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	18,47	13,36	1,00–53,78	11,37	0,96
	$\text{N-NH}_4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,43	0,22	0,01–1,46	0,43	0,35
DZIARNOWO n=117	$\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$	6,91	6,91	5,32–7,98	0,69	-0,43
	RWO $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	39,84	33,88	3,54–129,0	32,18	2,31
	$\text{N-NO}_3 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	69,20	50,45	5,04–240,0	57,40	2,28
	$\text{N-NH}_4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,60	0,42	0,05–2,88	0,58	7,13

Podobnie jak gleba, również płytkie wody gruntowe ze studzienek kontrolnych zainstalowanych na terenie gospodarstw w Dziarnowie zawierały znacznie większe stężenia zwłaszcza RWO oraz azotu azotanowego niż z Małszyc (tab.2).

Rozkład stężenia RWO w płytkich wodach gruntowych z zagrody wiejskiej i jej otoczenia odbiegał od rozkładu normalnego – był asymetryczny i szpiczasty, gdyż znaczna liczba danych była zawarta w pierwszym przedziale stężeń: $0,01\text{--}10 \text{ mg RWO}\cdot\text{dm}^{-3}$ – w Małszycach i $0,01\text{--}50 \text{ mg RWO}\cdot\text{dm}^{-3}$ – w Dziarnowie (rys. 1).

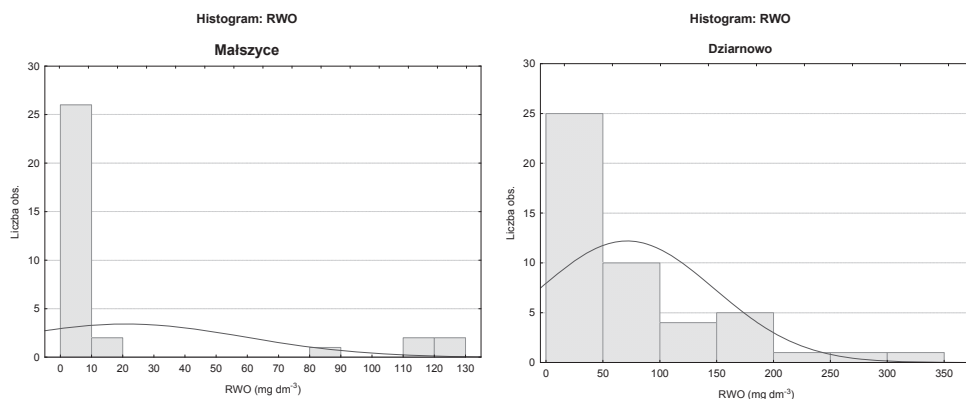
Rozkład stężenia mineralnych form azotu (N-NO_3 i N-NH_4) w płytkich wodach gruntowych był mocno asymetryczny. Największą liczbę danych dla stężenia N-NO_3 w wodach gruntowych zanotowano w zakresie do $10 \text{ mg N-NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$ (rys. 2). Według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2010 r. [Rozporządzenie... 2010] jako najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) azotanów w wodach do spożycia przez ludzi przyjmuje się zawartość $50 \text{ mg NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$, co odpowiada zawartości $11,3 \text{ N-NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$. Blisko 86,7% wód

ze wsi Małszyce i 76,0% z Dziarnowa znajdowało się w dopuszczalnych przedziałach stężeń, a pozostałe wody były nadmiernie zanieczyszczone azotem azotanowym.

Tabela 2. Wartość pH oraz zawartość RWO i mineralnych form azotu: N-NO₃ i N-NH₄ w płytkich wodach gruntowych z zagrody i jej otoczenia

Table 2. pH value and content of DOC and mineral form nitrogen: N-NO₃ i N-NH₄ in the shallow ground waters from farm and it vicinity

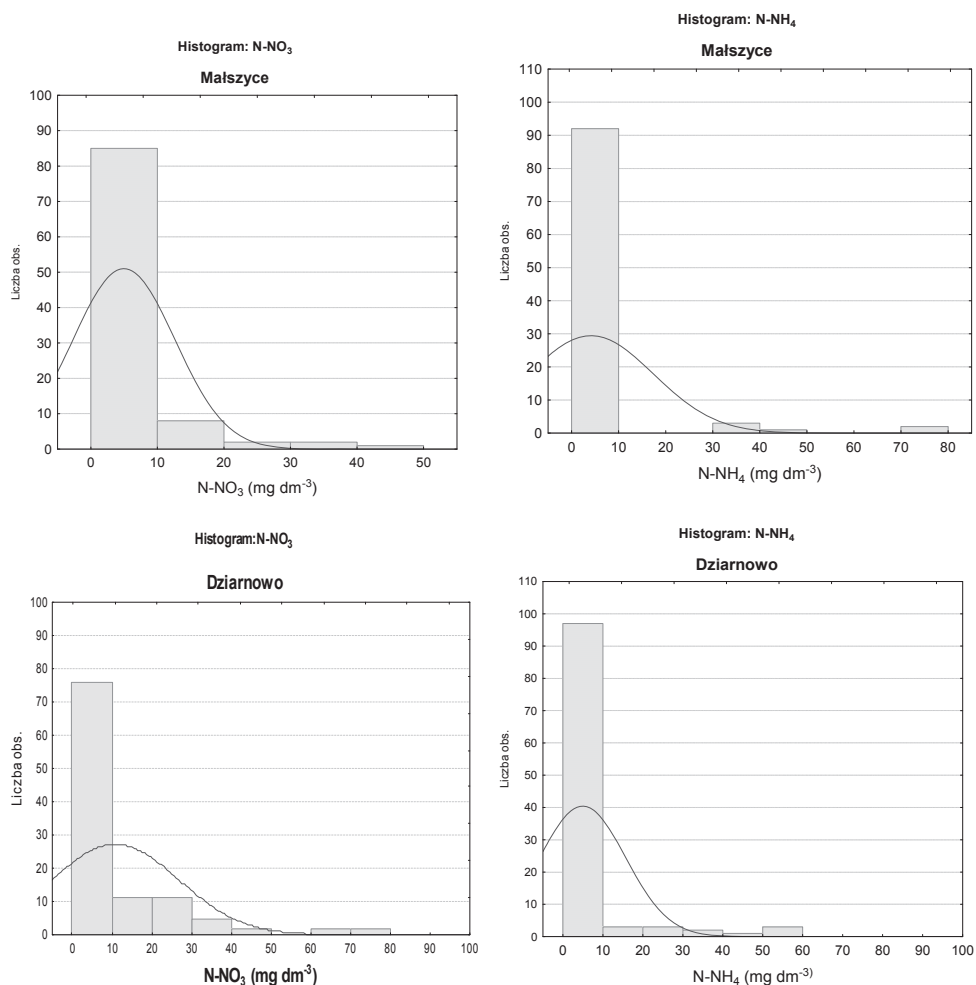
Miejscowość	Parametr/jednostka	Średnia	Mediana	Min.–max.	Odchylenie standardowe	Kurtoza
MAŁSZYCE n=50	pH	7,20	7,05	6,30–8,74	0,64	-0,48
	RWO mg·dm ⁻³	19,01	5,08	1,89–120,3	38,10	4,90
	N-NO ₃ mg·dm ⁻³	5,38	2,23	0,04–42,83	8,61	9,54
	N-NH ₄ mg·dm ⁻³	4,15	0,18	0,01–77,85	13,35	21,03
DZIARNO- WO n=47	pH	7,40	7,15	6,50–7,80	0,56	-0,51
	RWO mg·dm ⁻³	71,16	48,21	1,99–334,8	76,84	2,72
	N-NO ₃ mg·dm ⁻³	10,86	3,68	0,01–77,23	16,00	5,21
	N-NH ₄ mg·dm ⁻³	4,94	0,48	0,01–55,00	10,76	10,35



Rys. 1. Histogram stężenia RWO w płytkich wodach gruntowych z gospodarstw demonstracyjnych, mg·dm⁻³

Fig. 1. Histogram of DOC concentration in the shallow ground water from demonstration farms, mg·dm⁻³

Stężenie azotu amonowego w płytkich wodach z gospodarstw dochodziło do 80,0 mg N-NH₄·dm⁻³. Tak wysokie stężenia tego składnika rejestrowano w pobliżu budynków inwentarskich oraz miejsc składowania obornika. Analizowane wody gruntowe w znacznej większości zawierały nadmierne stężenia N-NH₄ i według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. były to wody pozaklasowe [Rozporządzenie... 2004].



Rys. 2. Histogram stężenia N-NO₃ i N-NH₄ w płytkich wodach gruntowych z gospodarstw demonstracyjnych, mg·dm⁻³

Fig. 2. Histogram concentration of N-NO₃ i N-NH₄ in the shallow ground waters from demonstration farms, mg·dm⁻³

Na podstawie obliczeń korelacji nieparametrycznych rang-Spearmana otrzymano ujemne wartości współczynników między zawartością RWO i N-NO₃ w wodach gruntowych z gospodarstw w Dziarnowie. Natomiast dodatnią wartość tego współczynnika otrzymano dla zawartości RWO i azotu amonowego w glebie z Małszyc i Dziarnowa. Obie formy azotu zachowywały się odmiennie w stosunku do RWO, zwiększaniu zawartości RWO w glebie towarzyszyło zwiększanie zawartości N-NO₃ oraz zmniejszenie N-NH₄. Otrzymano dodatnią istotną wartość współczynnika korelacji między zawartością RWO w glebie z warstwy do 10 cm a jego stężeniem w płytkich wodach gruntowych z Dziarnowa. Zwiększeniu zawar-

tości RWO w glebie towarzyszyło zmniejszanie stężenia azotu azotanowego w płytkich wodach gruntowych z Dziarnowa. We wcześniejszych badaniach [Burzyńska 2004] wykazano związek między zawartością RWO w glebie a stężeniem fosforu, potasu, magnezu i manganu w wodach gruntowych z zagrody i jej otoczenia. Undurraga i in. [2009] wykazali, że rozpuszczona materia organiczna (DOM) obecna w roztworze glebowym może wchodzić w interakcje z koloidami glebowymi i tym samym może wpływać na zatrzymywanie bądź wymywanie składników mineralnych z gleby. W literaturze zagadnienia związku RWO ze składnikami mineralnymi w aspekcie ich przemieszczenia do wód gruntowych poświęcono niewiele prac, a istniejące prace najczęściej dotyczą gleb leśnych.

Tabela 3. Korelacje rang Spearmana między zawartością RWO w glebie a rozpuszczalnymi formami N-NO₃ i N-NH₄ w glebie i płytkich wodach gruntowych z gospodarstw

Table 3. Spearman correlations between DOC content in the soil and soluble forms of N-NO₃ and N-NH₄ in the soil and the shallow ground water from farms

Parametr	Warstwa gleb, cm	Współczynniki korelacji rang Spearmana				
		Wyciąg glebowy 0,01 mol CaCl ₂ · dm ⁻³			Płytkie wody gruntowe	
		pH	N-NO ₃	N-NH ₄	RWO	N-NO ₃
MAŁSZYCE						
RWO	0-10	-0,436*	-	-0,587**	-	-
	10-20	-	0,481*	-0,494*	-	-
DZIARNOWO						
RWO	0-10	-	0,302*	-0,276*	0,298*	-0,297*
	10-20	-	-	-	-	-0,303*

Objaśnienia: *statystycznie istotne, gdy $\alpha = 0,05$; ** statystycznie istotne, gdy $\alpha = 0,01$; n = 50.

4. WNIOSKI

1. Znaczne wahania zawartości RWO oraz N-NO₃ i N-NH₄ w glebie i w płytkich wodach gruntowych były uzależnione od miejsca pobrania próbek. Od 13 do 24% próbek płytkich wód gruntowych pobranych z gospodarstw demonstracyjnych była nadmiernie zanieczyszczona azotem azotanowym.
2. Otrzymano ujemne wartości współczynników korelacji nieparametrycznych między zawartością RWO w glebie a stężeniem azotu amonowego w płytkich wodach gruntowych.
3. Otrzymano dodatnią wartość współczynnika korelacji między zawartością RWO glebie do 10 cm głębokości a jego stężeniem w wodach gruntowych z terenu zagrody.
4. Zawartość glebowego węgla organicznego może wpływać na zatrzymywanie w glebie, bądź uruchamianie łatwo rozpuszczalnych form składników mineralnych. W odniesieniu do azotu azotanowego zawartość RWO ograniczała przenikanie azotu azotanowego do płytkich wód gruntowych.

PIŚMIENNICTWO I AKTY PRAWNE

- BURZYŃSKA I. 2004. Współzależność między zawartością RWO w roztworze ekstrakcyjnym 0,01 mol CaCl_2 z wybranymi składnikami mineralnymi w wodach gruntowych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 4(2a): 525–535.
- CHADWICK D. R., CEN S. 2002. Manures. [in:] *Agriculture, hydrology and water quality*. Pr. Zbior. Red. P. M. Haygarth, S.C. Jarvis. Wallingford: CABI Pub. CAB Intern.: 57–82.
- HOUBA V. J. G., NOVOZAMSKI I., LEXMOUND TH., VAN DER LEE J. J. 1990. Applicability of 0.01 M CaCl_2 as single extraction for the assessment of the nutrient status of soil and other diagnostic purposes. *Communication Soil Sciences and Plant Analysis* 21: 19–20.
- KALBITZ K., SOILINGER S., PARK J. H., MICHALZIK B., MATZNER E. 2000. Controls on the dynamics of dissolved organic matter in soils: a review. *Soil Science* 165: 277–304.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz interpretacji wyników stanu tych wód** (Dz.U. z 2011 r. Nr 32, poz. 284).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi** (Dz.U. z 2010 r. Nr 72, poz. 466).
- SAPEK B. 2000. Wpływ zagrody i jej otoczenia na jakość wody, [w:] *Dobre praktyki w rolnictwie – sposoby ograniczania zanieczyszczeń wód*. Przysiek: 60–68.
- SAPEK A. i SAPEK B. 2007. Zmiany jakości wody i gleby w zagrodzie i jej otoczeniu w zależności od sposobu składowania nawozów naturalnych. *Zeszyty Edukacyjne* 11: 89–111.
- QUALIS R. G., RICHARDSON C. J. 2003. Factors controlling concentration, export, and decomposition of dissolved organic nutrients in the Everglades of Florida. *Biochemistry* 62: 197–229.
- UNDURRAGA P. D., ZAGAL E. V., SEPULVEDA G. W., VALDERRAMA N. V. 2009. Dissolved organic carbon and nitrogen in andisol for six crop rotations with different soil management intensity. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69: 445–454.