

MIGRACJA SKŁADNIKÓW AZOTOWYCH I BARIERY  
BIOGEOCHEMICZNE W ZALEWOWYCH DOLINACH RZECZNYCH  
NA PRZYKŁADZIE DOLINY GÓRNEJ NARWI

*Agnieszka Wysocka-Czubaszek<sup>1</sup>, Piotr Banaszuk<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Ochrony Gleby i Powierzchni Ziemi, Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska

<sup>2</sup>Zakład Ekologii Krajobrazu, Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska

Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok

e-mail: [wysocka@pb.bialystok.pl](mailto:wysocka@pb.bialystok.pl)

**S t r e s z c z e n i e.** Oceniono migrację azotu w wyniku erozji wodnej powierzchniowej do doliny Górnej Narwi i możliwości zahamowania transportu tego pierwiastka przez barierę biogeochemiczną. Ładunki azotu transportowane z pól uprawnych położonych na zboczach doliny wynoszą w zależności od spadku i uprawy od ok. 700 do 2700 g N·ha<sup>-1</sup>·r<sup>-1</sup>. Niewielkie ilości ładunku są związane z niską zawartością azotu całkowitego w poziomach orno-próchnicznych badanych gleb oraz z małym natężeniem erozji wodnej powierzchniowej. Bariera biogeochemiczna w postaci zadarnień zatrzymuje zawieszinę przemieszczaną z erozją, jednakże w wyniku mineralizacji i wypłukiwania produktów rozkładu może następować eutrofizacja przykrawędziowej strefy doliny.

**S ł o w a k l u c z o w e:** erozja wodna powierzchniowa, azot, bariery biogeochemiczne

WSTĘP

Ograniczenie zanieczyszczeń obszarowych związanych głównie z migracją biogenów pochodzących z rolnictwa jest niezmiernie trudne. Migracja składników nawozowych dotyczy form jonowych przemieszczanych z wodami gruntowymi oraz form związanych z cząsteczkami gleby transportowanymi w wyniku erozji wodnej powierzchniowej. Uważa się, że naturalne bariery biogeochemiczne w postaci łąk, pasów zadrzewień i zakrzaceń mogą zapobiegać zanieczyszczeniu rzek i zbiorników wodnych [1,4,12,17]. O ile bariery biogeochemiczne budzą kontrowersje

odnośnie ich skuteczności w ograniczaniu migracji jonów z wodami gruntowymi [5,9,11], to ich rola w zatrzymywaniu cząsteczek gleb przemieszczanych z erozją wodną powierzchniową jest niewątpliwa i potwierdzona przez wielu autorów, [m.in. 13,16,18].

Celem pracy była ocena natężenia erozji i związanej z nią migracji azotu oraz możliwości zahamowania transportu tego pierwiastka przez barierę bio-geochemiczną.

#### MATERIAŁY I METODY

Badania nad migracją azotu prowadzono na terenie otuliny Narwiańskiego Parku Narodowego na 8 poletkach badawczych zlokalizowanych na zboczach doliny o różnym nachyleniu i pod różnymi uprawami. Poziomy orno-próchniczne (Ap) gleb na poletkach mają w przewadze skład piasków gliniastych lekkich i piasków gliniastych mocnych, rzadziej występują piaski słabogliniaste. Założono cztery poletka na stokach o spadkach ok. 2-3%, oraz cztery na stokach o spadkach ok. 4-6%. Wybrano stanowiska zbóż jarych i roślin okopowych jako najbardziej reprezentatywne dla struktury upraw terenu. Wiosną z każdego poletka próby pobrano w regularnej siatce kwadratów co 5 m, z głębokości 0-5 cm (materiał bezpośrednio narażony na erozję). Glebę łączono w 2 próby uśrednione reprezentujące górną i dolną część stoku. Łącznie uzyskano 16 prób uśrednionych, w których oznaczono: wilgotność aktualną, skład granulometryczny metodą Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, zawartość azotu całkowitego oraz łatwo przyswajalnych mineralnych form azotu  $N-NO_3^-$  i  $N-NH_4^+$  w wyciągu 1%  $K_2SO_4$  [15]. Z różnicy azotu ogólnego i mineralnego obliczono zawartość azotu organicznego. Następnie zawartości poszczególnych form azotu uśredniono dla poletek cechujących się podobnymi uprawami i nachyleniem.

Ilości gleby przemieszczanej z erozją wodną powierzchniową oszacowano równaniem USLE [19]:

$$A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

gdzie: A - roczna masa wyerodowanej gleby z jednostki powierzchni, R - wskaźnik erozyjności deszczu, K - wskaźnik podatności gleby na erozję wodną powierzchniową, L - wskaźnik długości zbocza, S - wskaźnik spadku zbocza, C - wskaźnik pokrywy roślinnej i uprawy, P - wskaźnik zabiegów przeciwoerozyjnych.

Wielkość wskaźnika erozyjności deszczów R przyjęto jako równy 50,6  $((MJ \cdot ha^{-1}) (cm \cdot h^{-1}))$  [2]. Parametr K oszacowano z nomogramu zmodyfikowanego

przez Schwertmana i in. za [7]. Dla piasków gliniastych lekkich i piasków gliniastych mocnych obliczona wartość  $K$  wynosi 0,2, a dla piasków słabogliniastych  $K$  równa się 0,13. Podobnie za Schwertmannem i in. [7] przyjęto wartość wskaźnika okrywy roślinnej i uprawy  $C$ . Dla wskaźnika zabiegów przeciwoerozyjnych  $P$  przyjęto wartość 1.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

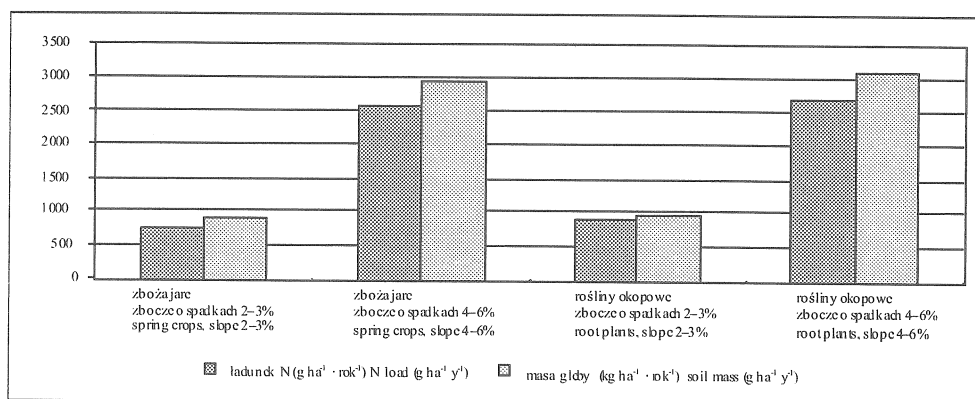
Utwory powierzchniowe budujące zbocza doliny Górnej Narwi to głównie słabo podatne na erozję wodną powierzchniową piaski gliniaste lekkie, piaski gliniaste mocne oraz na mniejszych powierzchniach gliny lekkie. Wykształcone z nich gleby wzięte są pod uprawę płużną. Przeważa wzdłużstokowy układ pól, który determinuje orkę wzdłuż stoku i stwarza zagrożenie erozyjne. Zbocza zbudowane z utworów średnio i silnie podatnych na erozję są w większości porośnięte przez lasy.

Pod względem wysokości i ukształtowania przeważają zbocza wydłużone i słabo nachylone, ponieważ mało urozmaicona powierzchnia wysoczyzny łagodnie pochyła się ku dolinie. Bardziej strome zbocza występują tam, gdzie rzeka podcinała lub nadal podcina wysoko wznoszącą się wysoczyznę, lecz są one zalesione. Występują również strome i niskie zbocza tam, gdzie wysoczyzna łagodnie pochyłająca się w stronę doliny została erozyjnie podcięta przez rzekę. Te jednak są w przewadze zadarnione [3]. Dlatego też, ze względu na łagodne nachylenia zboczy i małą podatność utworów na erozję na zboczach doliny przeważa erozja słaba, a erozja umiarkowana występuje lokalnie.

Roczna ilość erodowanej gleby waha się w szerokim zakresie i wynosi od 0,9 do  $3,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$  (Rys. 1). Dla porównania na Pojezierzu Mazurskim w samym okresie letnim szacuje się zmyw na poziomie  $1,6 - 11,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  gleby [10].

Ładunki azotu wynoszone z pól uprawnych są małe, co wynika ze słabego natężenia erozji (Rys. 1) i niewielkiej zawartości azotu w poziomach  $A_p$  badanych gleb (Tab. 1).

Erodowany materiał ze zboczy dociera do szerokiej bagiennej doliny Narwi. Tam, gdzie rzeka podcina wysoczyznę może być ona bezpośrednim odbiornikiem materiału niesionego przez spływ powierzchniowy. W większości jednak przy padków transportowany materiał jest akumulowany na sporadycznie zalewanym poziomie mineralnym, a w miejscach, gdzie on nie występuje bezpośrednio w torfowiskach sięgających krawędzi doliny, ale akumulacja ta odbywa się w bardzo wąskiej, kilkumetrowej strefie. Na wysoką efektywność roślinności trawiasto-ziołowo-turzycowiskowej wskazują badania [6,8,14], w których już 6 m pas zmniejszył zawartość azotu w 47% a pas o szerokości ok. 20 m redukował  $N$  w 100%.



Rys. 1. Roczna ilość wyerodowanej gleby oraz ładunek azotu przemieszczany z poletek o różnym nachyleniu i pod różnymi uprawami

Fig. 1. Amount of eroded soil per year and nitrogen load transported from study plots with different slopes and crops

Tabela 1. Zawartość różnych form azotu w poziomie orno-próchnicznym Ap  
Table 1. Content of various N species in the Ap horizon

Rodzaj uprawy Crops	Nachylenie zbocza Slope (%)	N (mg · kg <sup>-1</sup> )			
		N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N <sub>org</sub>	N <sub>calc</sub>
Zboża jare Spring crop	2-3	5,07	11,54	814,45	831,06
Zboża jare Spring crop	4-6	8,51	9,92	851,45	869,88
Rośliny okopowe Root plants	2-3	24,82	10,51	893,21	928,54
Rośliny okopowe Root plants	4-6	8,88	13,22	850,86	872,96

Bariera biogeochemiczna jedynie opóźnia przemieszczanie azotu do mokradeł występujących w środkowej części doliny, ponieważ w wąskiej strefie przykrawędziowej nie zachodzi trwała jego akumulacja. Mineralizacja organicznych form azotu i wypłukiwanie jej produktów prowadzi do przemieszczania się ruchliwych azotanów i jonów amonowych do płytko występujących wód

gruntowych, wraz z którymi następuje rozprzestrzenianie się ich w dolinie. Część azotu ulegnie denitryfikacji i pobraniu przez rośliny, jednak wskutek powtarzalności i ciągłości dostawy materiału glebowego należy liczyć się z postępującym wzrostem żyzności azotowej siedlisk mokradłowych. Istotną rolę w rozprzestrzenianiu się azotu w dolinie może mieć pojawiający się co kilka lat większy zalew rzeczny.

#### WNIOSKI

1. Transport azotu związanego z cząsteczkami gleby w wyniku erozji wodnej powierzchniowej jest niewielki. Główną drogą przemieszczania azotu z pól uprawnych do doliny jest migracja rozpuszczonych form tego pierwiastka z wodami gruntowymi.

2. Bariery biogeochemiczne w postaci łąk i zakrzaczeń efektywnie zatrzymują materiał glebowy i związany z nim azot, ale w przypadku azotu depozycja jest czasowa. W wyniku mineralizacji azotu organicznego oraz wymywania produktów rozkładu dochodzi do przemieszczania azotu do wód gruntowych oraz do dalszej jego migracji w głąb doliny.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Addy K.L., Gold A.J., Groffman P.M., Jacinthe P.A.:** Ground water nitrate removal in subsoil of forested and mowed riparian buffer zones. *J. Environ. Qual.*, 28, 962-970, 1999.
2. **Banasik K., Górski D.:** Estimating the rainfall erosivity for East and Central Poland. Materiały konferencyjne 4th Int. Conf. Hydro-Science and Engineering Seoul, Korea, 2000.
3. **Banaszuk H.:** Paleogeografia. Naturalne i antropogeniczne przekształcenia doliny Górnej Narwi. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok, 213, 1996.
4. **Borin M., Bigon E.:** Abatement of NO<sub>3</sub>-N concentration in agricultural water by narrow buffer strips. *Environ. Pollution*, 117, 165-168, 2002.
5. **Cooper A.B., Smith Ch.M., Smith M.J.:** Effects of riparian set-aside on soil characteristic in an agriculture landscape: Implications for nutrient transport and retention. *Agric., Ecosystems and Environ.*, 55, 61-67, 1995.
6. **Fennessy M.S., Cronk J.K.:** The effectiveness and restoration potential of riparian ecotones for management of nonpoint source pollution, particularly nitrate. *Critical Reviews in Environmental Sciences and Technology*, 27(4), 285-317, 1997.
7. **Józefaciuk Cz., Józefaciuk A.:** Mechanizm i wskazówki metodyczne badania procesów erozji. Biblioteka Monitoringu Środowiska PIOŚ, Warszawa, 151, 1996.
8. **Lee K-H., Isenhardt T.M., Schultz R.C., Mickelson S.K.:** Nutrient and sediment removal by switchgrass and cool-season grass strips in Central Iowa, USA. *Agroforestry Systems*, 44, 121-132, 1999.
9. **Leeds-Harrison P.B., Quinton J.N., Walker M.J., Sanders C.L., Harrod T.:** Grassed buffer strips for the control of nitrate leaching to surface waters in headwater catchments. *Ecol. Engin.*, 12, 299-313, 1999.
10. **Licznar M.:** Erozja gleb w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 418, 91-100, 1995.

11. Mander U., Kuusemets V., Ivask M.: Nutrient dynamics of riparian ecotones: a case study from the Porijogi River catchment, Estonia. *Landscape and Urban Planning*, 31, 333-348, 1995.
12. Nelson W.M., Gold A.J., Groffman P.M.: Spatial and temporal variation in groundwater nitrate removal in riparian forest. *J. Environ. Qual.*, 24, 691-699, 1995.
13. Patty L., Benoit R., Gril J.J.: The use of grassed buffer strips to remove pesticides, nitrates and soluble phosphorus compounds from runoff water. *Pestic. Sci.*, 49: 243-251, 1997.
14. Pearce R.A., Trlica M. J., Leininger W. C., Smith J.L., Frasier G.W.: Efficiency of grass buffer strips and vegetation height on sediment filtration in laboratory rainfall simulations. *J. Environ. Qual.*, 26, 139-144, 1997.
15. PN-R-04028 Metoda pobierania próbek i oznaczanie zawartości jonów otowych i amonowych w glebach mineralnych.
16. Sparovek G., Ranieri S.B.L., Gasser A., De Maria I.C., Schung E., dos Santos R.F., Joubert A.: A conceptual framework for the definition of the optimal width of riparian forests. *Agric., Ecosystems and Environ.*, 90, 169-175, 2002.
17. Szpakowska B., Życzyńska-Baloniak I.: The role of biogeochemical barriers in water migration of humic substances. *Polish Journal of Environmental Studies*, 3, 2:35-41, 1994.
18. Vought L. B.M., Pinay G., Fuglsang A., Ruffinoni Ch.: Structure and function of buffered strips from a water quality perspective in agriculture landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 31, 323-331, 1995.
19. Wischmaier W.H., Smith D.D.: Predicting rainfall erosion losses from cropland of the Rocky Mountains. *Agriculture Handbook 573*, USDA-ARS, 1965.

#### MIGRATION OF NITROGEN COMPOUNDS AND THE RIPARIAN ZONES IN THE UPPER NAREW VALLEY

*Agnieszka Wysocka-Czubaszek<sup>1</sup>, Piotr Banaszuk<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Chair of Soil and Land Surface Protection

<sup>2</sup>Department of Landscape Ecology

Institute of Environmental Engineering and Environmental Protection, Białystok Technical  
University, Wiejska str. 45A, 15-351 Białystok, e-mail: wysocka@pb.bialystok.pl

**S u m m a r y.** Nitrogen migration to the Upper Narew Valley as a result of sheet erosion and possibility its reduction in the riparian zone were assessed. The nitrogen loads transported from arable land on the valley slopes depend on the slope angle and crops and amount from 700 to 2700 g N ha<sup>-1</sup> r<sup>-1</sup>. This low values are related to low N<sub>tot</sub> content in Ap horizons of studied soils and small intensity of sheet erosion. Grassed buffer strips are effective in restricting pollutant transfer with runoff. Mineralization and leaching of N species can contribute in the eutrophication of these riparian zones.

**K e y w o r d s:** sheet erosion, fertilizers compounds, riparian zones