



WPŁYW RODZAJU ZLEWNI NA STĘŻENIE WYBRANYCH MAKROSKŁADNIKÓW W WODACH GÓRNEJ NARWI

Mirosław SKORBIŁOWICZ

Politechnika Białostocka, Katedra Badań Technologicznych

Słowa kluczowe: ciek, dorzecze, makroelementy, skład chemiczny

Streszczenie

Badania prowadzono w 2002 r. na obszarze zlewni górnej Narwi. Wybrano cztery ciek płynące przez tereny użytkowane rolniczo i trzy przepływające przez tereny z przewagą lasów. Próbkę wody do analiz pobierano raz w miesiącu i oznaczano w nich jony wapnia, magnezu, sodu, potasu, żelaza, siarczanowe, chlorkowe oraz wartość przewodności elektrolitycznej. Analizy laboratoryjne wykonano metodą ASA, ESA, a także potencjometryczną i kolorymetryczną. Stwierdzono występowanie zależności między użytkowaniem dorzecza badanych cieków a zawartością badanych składników w ich wodach. W wodach cieków przepływających przez tereny użytkowane rolniczo wykazano większą, potwierdzoną statystycznie, zawartość makroelementów niż w wodach cieków leśnych. W wodach cieków leśnych stwierdzono istotnie większe stężenie jonów żelaza. Zanotowano również nieco wyższe wartości przewodności w wodach cieków z terenów rolniczych w porównaniu z wodami z cieków leśnych.

WSTĘP

Ochrona jakości wód powierzchniowych wymaga rozpoznania zarówno źródeł zanieczyszczeń, jak i mechanizmów ich dopływu do cieków. Podstawowymi czynnikami kształtującymi transport zanieczyszczeń jest fizjografia zlewni oraz jej zagospodarowanie. Warunkują one transformację opadu w spływ powierzchniowy

Adres do korespondencji: dr inż. M. Skorbiłowicz, Politechnika Białostocka, Katedra Badań Technologicznych, ul. Wiejska 45A, 15–351 Białystok, tel: +48 (85) 746-95-63, 746-90-00 w. 9656, 9563, e-mail: mskorbiłowicz@pb.bialystok.pl

i śródpokrywowy, jego infiltrację oraz mają wpływ na zanieczyszczenie wód [ROSSA, FIC, 2003].

Wymywanie związków mineralnych i organicznych oraz substancji chemicznych z pól uprawnych jest procesem wieloczynnikowym, na który wpływają z jednej strony budowa geologiczna podłoża zlewni, rodzaj gleb, warunki hydrologiczne i klimatyczne [VAN BEELEN, 1990], z drugiej zaś specyfika upraw [RYSZKOWSKI, KĘDZIORA, 1993], sposób gospodarowania w zlewni [ILNICKI, 1992], a także struktura ekosystemów wchodzących w skład zlewni, zwłaszcza struktura agroekosystemów dominujących w zlewni rolniczej.

Skład chemiczny wód oczek i cieków oraz wód drenarskich na terenach rolniczych zależy od wielu czynników, w tym składu chemicznego skał macierzystych, gleb, ilości opadów zanieczyszczeń atmosferycznych, rodzaju okrywy roślinnej i poziomu nawożenia [BOROWIEC, ZABŁOCKI, 1996]. Pokrycie gleby naturalnymi zespołami roślinności drzewiastej ma istotny wpływ na krążenie wody, a tym samym na ilość i jakość wód odpływających ze zlewni [WRÓBEL, 1988].

Na terenie województwa podlaskiego wiele zlewni jest całkowicie zalesionych zespołami zbliżonymi do naturalnych (np. Puszcza Białowieska i Knyszyńska), jednocześnie istnieją zlewnie słabo zalesione [SOKOŁOWSKI, 1991].

Celem pracy była próba wykazania zależności między rodzajem dorzecza a zawartością badanych makroskładników w wodach niektórych cieków zlewni górnej Narwi.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania prowadzono na obszarze zlewni górnej Narwi. Do analiz wybrano cztery cieki (Mieńka, Małynka, Czarna i Czaplinianka), których zlewnie są położone na obszarach z przewagą użytków rolnych oraz trzy cieki (Olszanka, Łutownia i Bobrówka), których zlewnie są w większości zalesione (tab. 1). Próbkę wody pobierano raz w miesiącu 2002 r. z jednego punktu pomiarowego zlokalizowanego na odcinku przyujściowym każdej rzeki.

Zdecydowano się na jeden punkt pomiarowy z uwagi na wielkość badanych rzek (długości w zakresie od 7 do 16 km).

W każdej próbce oznaczano jony wapnia, magnezu, sodu, potasu, żelaza, siarczanowe VI, chlorkowe i wartość przewodności elektrolitycznej metodami ASA, ESA oraz kolorymetrycznymi i potencjometrycznymi.

Badania wartości przewodności elektrolitycznej wykonano na miejscu w czasie pobierania próbek. Badano formy rozpuszczone poszczególnych składników, po przefiltrowaniu pobranych próbek wody oraz próbek odniesienia (woda redestylowana) przez twarde sączi bibułowe.

Tabela 1. Charakterystyka zlewni badanych cieków górnej Narwi**Table 1.** Characteristics of the upper Narew catchment basin

Ciek Stream	Długość Length km	Przepływ średni Average flow SQ $m^3 \cdot s^{-1}$	Powierzchnia zlewni Surface area of the catch- ment km^2	Gęstość zaludnienia os. $\cdot km^{-2}$ Population density head $\cdot km^{-2}$	Udział powierzchni, % Percentage share of areas used in:	
					użytkowanej rolniczo agriculture	zalesionej forests
Mieńka	7	0,3	58	25	78	17
Małynka	15	0,6	50	50	92	20
Czarna	15	0,7	45	27	81	23
Czaplinianka	15	0,4	79	40	67	24
Olszanka	10	0,2	24	20	45	60
Łutownia	16	0,6	43	5	8	90
Bobrówka	10	0,5	32	12	30	65

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Badania wykazały zróżnicowanie zawartości jonów wapnia, magnezu, sodu, potasu, żelaza, chlorkowych, siarczanowych i wartości przewodności elektrolitycznej w wodach z wyodrębnionych grup cieków (tab. 2).

Najmniejsze średnie stężenie jonów wapnia i magnezu stwierdzono w wodach Bobrówki ($43,9$ i $5,7$ $mg \cdot dm^{-3}$) przepływającej przez tereny leśne (65% powierzchni), a największe ($117,0$ i $21,2$ $mg \cdot dm^{-3}$) – w wodach Czaplinianki, w której zlewni przeważają użytki rolne (67% powierzchni). Różnice stężenia jonów wapnia i magnezu w wodach porównywanych rzek wynoszą odpowiednio $73,1$ i $15,5$ $mg \cdot dm^{-3}$ i są istotne statystycznie (poziom istotności α równa się $0,0015$ i $0,0002$). Stwierdzono statystycznie istotne różnice stężenia jonów wapnia i magnezu również w innych ciekach: Mieńka i Olszanka ($\alpha = 0,0007$ i $\alpha = 0,000005$), Mieńka i Bobrówka ($\alpha = 0,000007$ i $\alpha = 0,00000$), Małynka i Bobrówka ($\alpha = 0,003$ i $\alpha = 0,0005$), Czarna i Olszanka ($\alpha = 0,03$ i $\alpha = 0,0003$), Czarna i Bobrówka ($\alpha = 0,0006$ i $\alpha = 0,0004$).

Wyniki te częściowo potwierdzają badania dowodzące, że stężenie jonów wapnia, magnezu, sodu, potasu i jonów chlorkowych w wodach cieków płynących przez tereny zalesione jest mniejsze niż w wodach ze zlewni rolniczych [GÓRNIAK, ZIELIŃSKI, 1998]. Działalność rolnicza przyczynia się znacząco do wzbogacenia wód jonami wapniowymi i magnezowymi. Gleby leśne charakteryzują się niewielkim wysyceniem kompleksu sorbcyjnego tymi dwoma kationami. Według ROSSY i FICA [2003] zwiększenie stężenia jonów wapnia w wodach powierzchniowych może wskazywać również na znaczne zasilanie podziemne cieków. Wyniki badań KARLIKA [1989] wskazują, że stężenie jonów wapnia w wodach zlewni rolniczych

Tabela 2. Stężenie badanych składników w wodach cieków górnej Narwi

Table 2. Concentration of analysed components in waters of streams in the upper Narew catchment

Ciek Stream	Stężenie, mg·dm ⁻³ Concentration, mg·dm ⁻³						Przewodność elektryczna Conductivity μS·cm ⁻¹	
	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cl ⁻		SO ₄ ²⁻
	Zlewnie z przewagą użytków rolnych Agricultural river basins							
Mienka	<u>62,9–105,9</u> 83,5	<u>11,7–17,7</u> 14,3	<u>6,9–11,9</u> 9,4	<u>4,1–25,5</u> 13,7	<u>0,02–0,32</u> 0,10	<u>17–28</u> 22	<u>37–66</u> 49	<u>460–620</u> 556
Małynka	<u>38,8–129,1</u> 74,0	<u>4,1–16,5</u> 10	<u>4,5–13,4</u> 7,6	<u>0,8–15,1</u> 6,1	<u>0,05–1,03</u> 0,54	<u>13–22</u> 17	<u>35–64</u> 47	<u>320–490</u> 435
Czarna	<u>43,3–105,1</u> 76,7	<u>5,6–16,7</u> 11,2	<u>6,5–15,6</u> 9,9	<u>2,2–27,4</u> 8,2	<u>0,03–0,39</u> 0,17	<u>10–23</u> 16	<u>29–63</u> 47	<u>400–570</u> 480
Czaplinianka	<u>57,2–178,4</u> 117,0	<u>10,4–33,9</u> 21,2	<u>7,1–30,7</u> 16,9	<u>3,9–16,1</u> 9,5	<u>0,10–0,23</u> 0,15	<u>17–28</u> 23	<u>37–76</u> 59	<u>430–550</u> 483
	Zlewnie z przewagą lasów Forested river basins							
Olszanka	<u>53,1–68,9</u> 59,0	<u>5,6–10,8</u> 7,6	<u>5,3–6,9</u> 5,9	<u>2,4–4,6</u> 3,4	<u>0,12–0,51</u> 0,34	<u>13–18</u> 15	<u>54–65</u> 61	<u>450–510</u> 478
Łutownia	<u>31,0–90,2</u> 66,2	<u>3,2–15,2</u> 10,5	<u>3,9–6,5</u> 5,3	<u>1,7–3,6</u> 2,5	<u>0,13–0,89</u> 0,47	<u>4–10</u> 7	<u>10–68</u> 47	<u>320–440</u> 390
Bobrówka	<u>31,1–54,1</u> 43,9	<u>3,2–7,5</u> 5,7	<u>3,9–8,1</u> 6,1	<u>1,7–8,1</u> 5,4	<u>0,12–0,89</u> 0,47	<u>10–17</u> 13	<u>38–55</u> 47	<u>370–470</u> 420

Zakres wartości podano nad kreską, pod kreską – średnią.

Range is given above and mean value below the line.

wynosi od kilku do kilkuset miligramów w 1 dm³, natomiast stężenie jonów magnezu jest przeciętnie 8–12 razy mniejsze. Przeprowadzone analizy potwierdziły to.

Najmniejsze średnie stężenie jonów sodu i potasu (5,3 i 2,5 mg·dm⁻³) stwierdzono w wodach rzeki Łutownia przepływającej przez tereny zalesione w 90%, a największe (21,2 i 16,9 mg·dm⁻³) w wodach Czapliniarki. Stwierdzono statystycznie istotne różnice stężenia tych jonów w obu ciekach, wynoszące odpowiednio 15,9 i 14,4 mg·dm⁻³ ($\alpha = 0,0001$ i $\alpha = 0,0003$). Badania wykazały statystycznie istotne różnice stężenia jonów sodu i potasu między następującymi rzekami: Mieńka i Olszanka ($\alpha = 0,00006$ i $\alpha = 0,002$), Mieńka i Łutownia ($\alpha = 0,00002$ i $\alpha = 0,0003$), Mieńka i Bobrówka ($\alpha = 0,0008$ i $\alpha = 0,01$), Małynka i Łutownia ($\alpha = 0,01$ i $\alpha = 0,008$), Czapliniarka i Olszanka ($\alpha = 0,006$ i $\alpha = 0,01$), Czapliniarka i Łutownia ($\alpha = 0,04$ i $\alpha = 0,0003$), Czapliniarka i Bobrówka ($\alpha = 0,007$ i $\alpha = 0,03$). Z badań DURKOWSKIEGO i WORONIECKIEGO [2001] wynika, że duże stężenie jonów potasu cechuje wody będące pod wpływem zanieczyszczeń bytowo-gospodarczych i rolniczych związanych z obszarami wiejskimi.

Przeprowadzone badania potwierdziły częściowo tezę GÓRNIAKA i ZIELIŃSKIEGO [1998], że wody rzek na terenach w większości pokrytych lasami w porównaniu z wodami rzek na terenach słabiej zalesionych są bardziej wzbogacone jonami żelaza i siarczanowym. Średnie stężenie jonów żelaza w wodach Mieńki, Czarnej i Czapliniarki jest mniejsze niż w wodach Olszanki, Łutowni i Bobrówki. Wyniki badań świadczą również, że różnice te są statystycznie istotne $\alpha \in (0,01; 0,0008)$.

Nie potwierdzono jednoznacznie wyników badań MROZEK i MACHNIK [1998], które wykazały mniejsze stężenie jonów siarczanowych w wodach pochodzących z terenów zalesionych w porównaniu z wodami płynącymi przez tereny rolnicze. Stwierdzono nieco mniejsze stężenie jonów chlorkowych w wodach płynących przez tereny leśne (od 7 do 15 mg·dm⁻³) niż w wodach z terenów rolniczych (od 16 do 23 mg·dm⁻³). Analizy statystyczne wykazały istotność tych różnic.

Wartości przewodności elektrolitycznej w wodach cieków płynących przez tereny rolnicze okazały się nieco wyższe niż w wodach cieków z terenów zalesionych. Większość różnic jest statystycznie istotna ($\alpha = 0,08$). Różnice wartości przewodności elektrolitycznej w badanych wodach wynikają z odmiennego pokrycia terenu analizowanych zlewni. Większa wartość przewodności elektrolitycznej w ciekach płynących przez tereny rolnicze jest przypuszczalnie konsekwencją większej powierzchniowej wymywalności związków mineralnych z gleb użytkowanych rolniczo jako bardziej zasobnych w te składniki w porównaniu z mniej zasobnymi glebami leśnymi.

Nie stwierdzono istotnych różnic zawartości jonów chlorkowych w wodach płynących przez różne tereny. Wyniki badań wskazują na naturalne pochodzenie chlorków, chociaż – będąc składnikiem labilnym, nie podlegającym sorpcji – mogą one szybko przemieszczać się z gleb do wód, powodując ich wzbogacanie.

WNIOSKI

1. W wodach cieków przepływających przez tereny użytkowane rolniczo stwierdzono większe stężenie jonów wapnia, magnezu, sodu i potasu niż w wodach cieków mających zlewnie zalesione.

2. Wody cieków przepływających przez tereny zalesione są bogatsze w jony żelaza niż cieków ze zlewni użytkowanych rolniczo.

3. Wartości przewodności elektrolitycznej w wodach cieków z terenów rolniczych okazały się nieco wyższe od wartości tego parametru w wodach cieków z terenów zalesionych.

4. Nie wykazano wyraźnego zróżnicowania stężenia jonów chlorkowych między wodami z wyodrębnionych grup cieków.

5. Różnicowanie składu chemicznego wód jest konsekwencją odmiennego pokrycia powierzchni terenu, przez które przepływają te cieki, oraz różnych właściwości gruntów, z którymi bezpośrednio związana jest różna wymywalność badanych składników.

6. Silna zależność składu chemicznego wód badanych cieków od sposobu użytkowania powierzchni terenu i od naturalnego ukształtowania powierzchni terenu wynika z przewagi zasilania tych cieków wodami podziemnymi płytkiego krążenia.

Praca częściowo została wykonana w ramach projektu badawczego nr 7 T09D 041 21, finansowanego przez KBN, oraz PB nr W/IIŚ/22/03.

LITERATURA

- BOROWIEC S., ZABŁOCKI Z., 1996. Wpływ rolniczego użytkowania i okrywy roślinnej na stężenia azotanów w ciekach i odciekach drenarskich północno-zachodniej Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 440 s. 19–25.
- DURKOWSKI T., WORONIECKI T., 2001. Jakość wód powierzchniowych obszarów wiejskich Pomorza Zachodniego. W: *Kształtowanie środowiska, zagrożenia, monitoring i ochrona środowiska*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 476 s. 365–371.
- GÓRNIAK A., ZIELIŃSKI P., 1998. Wpływ lesistości zlewni na jakość wód rzecznych województwa białostockiego. *Przeg. Nauk. SGGW* nr 16 s. 231–240.
- ILNICKI P., 1992. Udział polskiego rolnictwa w eutrofizacji wód powierzchniowych. W: *Problemy zanieczyszczenia i ochrony wód powierzchniowych – dziś i jutro*. Mater. Konf. Nauk. Poznań: Wydaw. UAM Ser. Biol. 49 s. 99–111.
- KARLIK B., 1989. Wymywanie wapnia, magnezu i materii organicznej z gleb wapnowanych w doświadczeniach modelowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 380 s. 243–249.
- MROZEK T., MACHNIK A., 1998. Jakość wód powierzchniowych w zlewniach o różnym użytkowaniu ziemi na przykładzie zlewni rolniczej (Dębника) i leśnej (Ratanicy). *Wiad. IMUZ* t. 19 z. 4 s. 23–44.

- ROSSA L., FIC M., 2003. Kształtowanie się składu chemicznego wód ciekę spod Laszczek w następstwie jego przepływu przez obszary różnie zagospodarowane przestrzennie. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 3 z. specj. (6) s. 19–27.
- RYSZKOWSKI L., KĘDZIORA A., 1993. Rolnictwo a efekt szklarniowy. *Kosmos* 42 s. 123–140.
- SOKOŁOWSKI A.W., 1991. Przyrodnicze obiekty chronione województwa białostockiego. Białystok: Woj. Konserw. Przyr. ss. 150.
- VAN BEELEN P., 1990. Degradation of organic pollutants in groundwater. *Stygologia* 5 4 s. 199–212.
- WRÓBEL S., 1988. Ekochemia wód śródlądowych. W: *Ekologia wód śródlądowych*. Pr. zbior. Red. K. Tarwid. Warszawa: PWN s. 139–186.

Mirosław SKORBIŁOWICZ

CATCHMENT IMPACT ON CONCENTRATIONS OF SELECTED MACROELEMENTS IN WATERS OF THE UPPER NAREW

Key words: chemical composition, macronutrients, river basin, rivers

S u m m a r y

Studies were carried out in 2002 in the catchment basin of the upper Narew. Four rivers flowing through agricultural grounds and three rivers flowing through lands dominated by forests were chosen for analysis. Waters were sampled once a month. Concentrations of calcium, magnesium, sodium, potassium, iron, sulphate, chloride and conductivity were measured with the AAS and AES spectrophotometry and with potentiometric and colorimetric methods. Concentrations of analysed elements were found to be related to the type of land use. Waters running through agriculturally used lands carried higher concentrations of macroelements than those flowing through forests. The latter exhibited higher concentrations of iron. Observed differences were statistically significant. Slightly higher conductivity was found in waters from agricultural grounds as compared with those flowing through forests.

Recenzenci:

prof. dr hab. Henryk Banaszuk

prof. dr hab. Andrzej Sapek

Praca wpłynęła do Redakcji 19.12.2003 r.