

PRÓBA OKREŚLENIA WPLYWU RODZAJU UPRAWY NA STĘŻENIE ZWIĄZKÓW AZOTU I FOSFORU W WODACH WYBRANYCH ŚRÓDPOLNYCH OCZEK WODNYCH NA POMORZU ZACHODNIM

Małgorzata GAŁCZYŃSKA¹⁾, Piotr BURCZYK²⁾, Renata GAMRAT³⁾

¹⁾ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Chemii Ogólnej i Ekologicznej

²⁾ Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy w Szczecinie

³⁾ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska

Słowa kluczowe: azot, fosfor, oczka śródpolne, rodzaj uprawy, wody powierzchniowe

Streszczenie

Stężenie związków azotu i fosforu w wodach śródpolnych oczek wodnych, położonych w powiecie pyrzyckim na terenie gminy Żabowo, oznaczano raz w miesiącu w okresach wegetacyjnych lat 2003 i 2004. Badano 11 oczek – po 4 oczka, wokół których uprawiano pszenicę i rzepak i 3 oczka, wokół których występowały nieużytki. Badania florystyczne w 2003 i 2004 roku polegały na określeniu udziału gatunków dominujących na taflii wodnej i dnie zbiornika oraz rodzaju roślinności w strefie buforowej wokół lustra wody. Roślinność wodna, występująca w oczkach, bez względu na strefę buforową wokół lustra wody, może również wpływać na stężenie związków azotu i fosforu.

Stężenie azotu mineralnego było większe, a ortofosforanów(V) mniejsze w wodach oczek, wokół których uprawiano pszenicę ($0,766 \text{ mg N}_{\text{min}} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $0,219 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$) niż w wodach oczek sąsiadujących z uprawą rzepaku ($0,630 \text{ mg N}_{\text{min}} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $8,415 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$). Duże stężenie ortofosforanów(V) w wodach oczek, wokół których rósł rzepak, może być rezultatem stosowania większych dawek fosforu w uprawie rzepaku niż pszenicy. Zbiorniki, wokół których występowały nieużytki, były miejscem składowania zużytych opakowań po nawozach, których pozostałości po przedostaniu się do wód wpłynęły na ich skład chemiczny. Ze względu na przekroczenie podanych przez Vollen-

weidera granicznych stężeń $P-PO_4^{3-}$ i azotu mineralnego w wodach analizowane oczka należy uznać za eutroficzne.

WSTĘP

Na obszarze Pomorza Szczecińskiego dość licznie występują oczka wodne, które w monotonnym krajobrazie rolniczym stanowią „wyspy” biotopów i element składowy korytarzy ekologicznych dla migrujących zwierząt [PIEŃKOWSKI, PODLASIŃKI, 2001, KOCHANOWSKA, RANISZEWSKA, 1999]. Pełnią one funkcje hydrologiczne, mikroklimatyczne, biocenotyczne, krajobrazowe, sozologiczne i gospodarcze [DURKOWSKI, WORONIECKI, 2001; KOC i in., 2001]. Oczka wodne to samodzielne, zamknięte ekosystemy, które podlegają antropopresji. Na terenach uprawnych źródła zanieczyszczeń docierających do oczek mają charakter obszarowy. Problemy związane z oszacowaniem, a tym bardziej z opanowaniem spływu substancji biogenych z tych źródeł są dalekie od rozwiązania. Intensyfikacja rolnictwa, przez zwiększanie produkcji roślinnej i zwierzęcej w warunkach coraz wyższego poziomu nawożenia i stosowania środków ochrony roślin oraz substancji stymulujących ich dojrzewanie, wpłynęła na stopniowe zwiększenie się w wodach gruntowych i powierzchniowych zawartości substancji nawozowych (przeważnie związków azotu i fosforu) oraz innych substancji, niewystępujących wcześniej w środowisku w tak dużej ilości [GAŁCZYŃSKA, WYBIERALSKI, SIWEK, 2002; GAŁCZYŃSKA, GAMRAT, 2004]. Jednocześnie następowała eliminacja naturalnych barier, takich jak zadrzewienia śródpolne, tereny bagienne, małe zbiorniki wodne, ograniczających migrację substancji chemicznych [LOSSOW, 1997].

Celem badań było określenie wpływu rodzaju uprawy na stężenie związków azotu i fosforu w wodach śródpolnych oczek wodnych.

METODY BADAŃ

Obiektem badań było jedenaście śródpolnych oczek wodnych położonych w powiecie pyrzyckim na terenie gminy Żabowo. Wyodrębniono po cztery oczka, wokół których uprawiano w zmianowaniu pszenicę i rzepak, oraz trzy, przy których występowały nieużytki. Próbkę wód pobierano raz w miesiącu w okresach wegetacyjnych w latach 2003–2004. Badania zawartości związków azotu i fosforu wykonano metodą spektrofotometryczną. Oznaczenia azotu azotanowego(V) i (III), amonowego oraz ortofosforanów(V) w badanych wodach przeprowadzono zgodnie z Polskimi Normami [1973; 1976; 1982; 2000]. Ze względu na zanikanie wody w niektórych oczkach już pod koniec sierpnia 2004 r. wyniki oznaczeń chemicznych składników wód podano tylko dla okresu od marca do sierpnia (po cztery do sześciu terminów poboru próbek w każdym oczku wiosną i latem w latach 2003 i 2004).

Badania florystyczne prowadzono w okresach wegetacyjnych lat 2003 i 2004, określając udział gatunków dominujących na tafli wodnej i dnie zbiorników oraz rodzaj roślinności pokrywającej teren wokół lustra. Nazewnictwo gatunków podano za MIRKIEM i in. [2002].

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane oczka śródpolne (tab. 1) znajdują się na obszarze Równiny Pryzyczko-Stargardzkiej, na terenie występowania czarnych ziem. Do najczęściej uprawianych roślin na tym terenie należą rzepak i pszenica. Plan nawożenia upraw ozimych zakłada dzielenie dawki NPK na jesienną i wiosenną. Zastosowanie fosforu i potasu w terminie wiosennym poprawia wykorzystanie azotu z nawozów. Dawki nawożenia azotem i fosforem stosowane przez rolników indywidualnych pod uprawy rzepaku i pszenicy wynoszą odpowiednio: 140–170 kg N·ha⁻¹ i 30–40 kg P·ha⁻¹ oraz 100–150 kg N·ha⁻¹ i 20–22 kg P·ha⁻¹. Przyjmuje się, że wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych wynosi ok. 65%. Niewykorzystane nawozy stanowią potencjalne źródło zanieczyszczenia wód powierzchniowych, na które śródpolne oczka wodne są szczególnie narażone.

Mineralne związki azotu podlegają w wodzie ciągłym zmianom ilościowym i jakościowym. Zmiany ilościowe są skutkiem mineralizacji oraz pobierania azotu przez organizmy samożywne. Zmiany jakościowe to wynik biochemicznego utleniania i rozkładu materii organicznej. Azot amonowy występujący w wodach powierzchniowych pochodzi zwykle z biochemicznego rozkładu organicznych związków azotowych, roślinnych lub zwierzęcych. W wodach silnie zanieczyszczonych amoniak może pochodzić także z biochemicznego procesu redukcji azotanów(V). Zawartość azotu amonowego wykazuje znaczne wahania w ciągu roku. Stężenie jonów amonowych jest bardzo małe w okresach występowania wyższej temperatury, kiedy z jednej strony azot amonowy jest zużywany przez rośliny, a z drugiej – podlega nityfikacji. Zimą natomiast osiąga duże wartości – rzędu kilku mg·dm⁻³ [DOJLIDO, 1995].

Jak podają KOC i in. [2001], w wodzie oczek położonych na gruntach ornych średnia roczna zawartość N-NH₄⁺ wyniosła 0,661 mg·dm⁻³ (zakres – 0,23–1,12). W badanych zbiornikach średnia zawartość N-NH₄⁺ w okresie wiosenno-letnim była nieco większa (0,629 mg·dm⁻³), większy był również jej zakres (0,067–6,820). Wartości te były wyraźnie zróżnicowane w zależności od rodzaju uprawy i pory roku (tab. 2). W badaniach GAŁCZYŃSKIEJ, WYBIERSKIEGO i SIWEK, [2002] zawartość N-NH₄⁺ w wodach oczek położonych w sąsiedztwie wsi Sobiemyśl i Krapiel na Pomorzu Zachodnim była mniejsza i wynosiła 0,234–2,340 mg·dm⁻³.

Azotany(V) występują w wodach powierzchniowych zwykle w niewielkich stężeniach. Azot azotanowy(V) łatwo migruje w glebie i w wodach, decydując

Tabela 1. Charakterystyka bathygraficzna i florystyczna śródpolnych oczek wodnych
Table 1. Bathymetric and floristic characteristics of mid-field ponds

Oczko		Roślinność wokół oczka		Roślinność w oczku Aquatic vegetation	
Mid-field pond		Plants around mid-field pond			
PLW m ²	G SB m	uprawa type of crop	strefa buforowa buffer zone		
1	2	3	4	5	
25	0,2	0,5	pszenica wheat rzepak rape	<i>Sambucus nigra</i> L.	20% <i>Ranunculus aquatilis</i> L., <i>Carex acutiformis</i> Ehrh., <i>Alopecurus geniculatus</i> L., <i>Ranunculus repens</i> L., <i>Ru- mex crispus</i> L., <i>Phalaris arundinacea</i> L.
30	0,3	0,5	rzepak rape pszenica wheat	<i>Salix pentandra</i> L. <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	80% <i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb., <i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir., <i>Sparganium erectum</i> L., <i>Epilobium parviflorum</i> Schreber
30	0,4	1	rzepak rape pszenica wheat	80% <i>Salix fragilis</i> L., <i>Populus tremula</i> L., <i>Cerasus avium</i> L., <i>Salix alba</i> L.	30% <i>Sparganium erectum</i> L., <i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br., <i>Scirpus lacustris</i> L., <i>Iris pseudacorus</i> L., <i>Juncus effusus</i> L.
15	0,2	1,5	rzepak rape pszenica wheat	90% <i>Salix fragilis</i> L., <i>Sambucus nigra</i> L., <i>Populus nigra</i> L., <i>Populus tremula</i> L.	<i>Alopecurus geniculatus</i> L., <i>Iris pseudacorus</i> L., <i>Phalaris arundinacea</i> L.
70	0,3	4	pszenica wheat rzepak rape	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br., <i>Alopecurus geniculatus</i> L.
16	0,3	0	pszenica wheat rzepak rape	–	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.
30	0,5	1	pszenica wheat rzepak rape	<i>Quercus robur</i> L., <i>Salix cinerea</i> L., <i>Betula pendula</i> Roth	<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir., <i>Agrostis stolonifera</i> L., <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., <i>Iris pseu- dacorus</i> L.
500	0,3	3	pszenica wheat rzepak rape	20% <i>Sambucus nigra</i> L., <i>Tilia cordata</i> Miller, <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Urtica dioica</i> L., <i>Epilobium parviflorum</i> Schreber	<i>Lemna minor</i> L., <i>Carex acuta</i> L., <i>Ranunculus sceleratus</i> L., <i>Rumex maritimus</i> L.
18	0,3	4	nieużytek barren land	<i>Salix cinerea</i> L., <i>Populus tremula</i> L.	–

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6
60	0,3	2,5	nieużytek barren land	<i>Salix cinerea</i> L., <i>Sambucus nigra</i> L., <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn., <i>Populus tremula</i> L.	70% <i>Ranunculus scellaratus</i> L.
370	0,5-1	3	nieużytek barren land	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., <i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn., <i>Carex acutiformis</i> Ehrh., <i>Juncus effusus</i> L., <i>Populus nigra</i> L. (30%), <i>Salix cinerea</i> L. (50%)	10% <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., gąbczaste glony

Objaśnienia: *PWL* – powierzchnia lustra wody, *G* – głębokość wody, *SB* – szerokość strefy buforowej.

Explanations: *PWL* – surface area of water table, *G* – water depth, *SB* – buffer zone width.

Tabela 2. Stężenie badanych form N i PO_4^{3-} w wodach śródpolnych oczek wodnych w zależności od rodzaju uprawy i pory roku
Table 2. Concentrations of mineral N and PO_4^{3-} in water of mid-field ponds in relation to crops and season

Uprawa Type of crop	Wskaźnik statystyczny Statistical parameter		N-NH ₄ ⁺		N-NO ₃ ⁻		2 ⁻		min.		PO ₄ ³⁻	
			wiosna spring	lato summer	wiosna spring	lato summer	wiosna spring	lato summer	wiosna spring	lato summer	wiosna spring	lato summer
	mg·dm ⁻³											
Pszennica	$X_{sr.}$	0,119	0,505	0,770	0,124	0,014	0,002	0,902	0,630	0,070	0,367	
Wheat	$S_{sr.}$	0,016	0,166	0,260	0,025	0,005	0,0	0,254	0,163	0,019	0,062	
Rzepak	$X_{sr.}$	0,147	0,464	0,327	0,309	0,007	0,005	0,481	0,779	3,232	13,598	
Rape	$S_{sr.}$	0,043	0,112	0,025	0,041	0,003	0,001	0,100	0,145	2,677	8,611	
Nieużytek	$X_{sr.}$	0,574	1,969	0,288	0,864	0,016	0,042	0,878	2,875	0,166	0,355	
Barren land	$S_{sr.}$	0,111	1,068	0,021	0,435	0,007	0,022	0,174	0,601	0,050	0,061	

Objaśnienia: $X_{sr.}$ – średnia, $S_{sr.}$ – odchylenie standardowe średniej arytmetycznej.

Explanations: $X_{sr.}$ – mean, $S_{sr.}$ – standard deviation of the mean.

o produktywności ekosystemów. W okresach wegetacyjnych stężenie azotanów(V) spada do bardzo małych wartości, by ponownie wzrosnąć zimą.

W badanych oczkach średnia zawartość N-NO_3^- w okresie wiosenno-letnim była większa niż podana KOCA i in. [2001] dla oczek położonych na gruntach ornych ($x_{\text{śr.}} = 0,201 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, zakres $0,007\text{--}0,431 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Wynosiła od 0 do 2,821, średnio $0,447 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i była wyraźnie zróżnicowana w zależności od rodzaju uprawy i pory roku (tab. 2). Wyraźne zmniejszenie stężenia jonu azotanowego(V) nastąpiło w okresie letnim tylko w wodach oczek, wokół których uprawiano pszenicę. Podobne wartości średniego stężenia azotu azotanowego(V) otrzymali SKWIERAWSKI i SZYPEREK [2002] w wodach oczek położonych na gruntach ornych Pojezierza Olsztyńskiego ($0,41 \text{ mg N-NO}_3^- \cdot \text{dm}^{-3}$), jak również GAŁCZYŃSKA, WYBIERSKI i SIWEK [2002] w wodach oczek w sąsiedztwie wsi Sobiemyśl i Krapień ($0,481 \text{ mg N-NO}_3^- \cdot \text{dm}^{-3}$).

Azotany(III) powstają w wyniku biochemicznego utleniania amoniaku. Są produktem nietrwałym i w środowisku tlenowym, w obecności mikroorganizmów, szybko przekształcają się w azotany(V). W warunkach anaerobowych azotany(V) mogą być zredukowane do azotanów(III). Średnia wartość stężenia azotu azotanowego(III) w wodach badanych oczek wynosiła $0,014 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i była trochę większa niż ustalona przez SKWIERAWSKIEGO i SZYPEREK [2002] ($0,010 \text{ mg N-NO}_2^- \cdot \text{dm}^{-3}$) w oczkach śródpolnych na gruntach ornych Pojezierza Olsztyńskiego oraz KOCA i in. [2001].

Największe średnie stężenie $\text{N}_{\text{min.}}$ ($\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$) stwierdzono w zbiornikach, wokół których występowały nieużytki, szczególnie w okresie letnim. Zbiorniki te traktowano jako miejsce składowania zużytych opakowań po nawozach, których pozostałości, po przedostaniu się do wód, wpłynęły na ich skład chemiczny.

Ze względu na efektywniejsze pobieranie azotu przez rzepak w okresie wiosennym stężenie azotu mineralnego w wodzie oczek sąsiadujących z tą uprawą ($0,481 \text{ mg N}_{\text{min.}} \cdot \text{dm}^{-3}$) było średnio dwukrotnie mniejsze niż w wodzie oczek sąsiadujących z uprawą pszenicy ($0,902 \text{ mg N}_{\text{min.}} \cdot \text{dm}^{-3}$).

Fosfor jest pierwiastkiem niezbędnym do wzrostu organizmów i może limitować produkcję pierwotną wód powierzchniowych. O ilości fosforu w ekosystemie małych zbiorników decyduje akumulacja w osadach dennych. Proces uwalniania fosforu z osadów zależy od wielu czynników (warunki tlenowe, stężenie żelaza(II) i (III), pH wód i stężenie wapnia). Fosfor z gleby przemieszcza się do wód w postaci rozpuszczalnych fosforanów, rozpuszczalnych związków organicznych oraz zawiesiny materiału glebowego w wyniku erozji wodnej, spływów powierzchniowych i wymywania do wód gruntowych [SAPEK, SAPEK, 2002]. Ilość fosforu wnoszonego z użytków rolnych do wody nie przekracza na ogół 5% jego ilości wniesionej z nawozami.

Średnia wartość stężenia fosforu w wodach badanych oczek wynosi $3,022 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (od $0,043$ do $55,86 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) i była wielokrotnie większa od średniego

stężenia i zakresu wyznaczonego w wodach oczek na terenach gruntów ornych Pomorza Zachodniego ($x_{\text{sr.}} = 1,158 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$, zakres 0,2–1,85) [GAŁCZYŃSKA, WYBIERALSKI, SIWEK, 2002] i Pojezierza Olsztyńskiego ($x_{\text{sr.}} = 0,241 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$, zakres 0,003–0,900) [KOC i in., 2001]. Znacznie większe wartości stężenia ortofosforanów(V) uzyskali DURKOWSKI i WORONIECKI [2001], prowadząc badania stawów i oczek wodnych na terenie wsi Pomorza Zachodniego ($x_{\text{sr.}} = 4,796 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$, zakres 0,002–27,8). W okresie letnim stężenie PO_4^{3-} było kilkakrotnie większe niż wiosną (tab. 2), co wiąże się z jednej strony z uwalnianiem fosforu z osadów dennych, a z drugiej ze zmniejszonym jego pobieraniem przez rośliny występujące na tafli wodnej (tab. 1).

Najmniejsze stężenie ortofosforanów(V) stwierdzono w wodach zbiorników na polach z uprawą pszenicy i nieco większe na nieużytkach. Stężenie to było największe w wodach oczek, wokół których uprawiano rzepak, co było związane ze stosowaniem większych dawek fosforu pod tę uprawę i jednocześnie mniej efektywnym pobieraniem tego składnika pokarmowego przez rzepak.

VOLLENWEIDER [1968] określił graniczne wartości stężeń fosforu i azotu ($0,01 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $0,35 \text{ mg N}_{\text{min.}} \cdot \text{dm}^{-3}$), których przekroczenie powoduje intensywny przyrost masy fitoplanktonu. Ze względu na większe niż podane przez VOLLENWEIDERA [1968] stężenie P- PO_4^{3-} i azotu mineralnego analizowane oczka należy uznać za eutroficzne.

Na obrzeżach badanych zbiorników wodnych (poza jednym oczkiem) występowały zadrzewienia i zakrzewienia, stanowiące strefę buforową roślinności, oddzielającą wody od terenu upraw (tab. 1). Jak podają RYSZKOWSKI i KĘDZIORA [1987] oraz KARG, KAJAK i RYSZKOWSKI [2003], zwarte pasy zadrzewień i zakrzewień mogą niwelować negatywny wpływ czynników zewnętrznych, kształtujących właściwości chemiczne wód oczek i sprzyjać stabilizacji ekosystemu. KOC i SZYPEREK [2004] oraz SZYPEREK [2005] podkreślają również istotną rolę roślinności przybrzeżnej w akumulacji związków azotu, fosforu, wapnia i magnezu. GAŁCZYŃSKA i GAMRAT [2007] zwracają uwagę, że występujące wokół oczek śródpolnych zadrzewienia i zakrzewienia, szczególnie w zbiornikach bez roślinności na tafli wodnej, korzystnie wpływają na stężenie mineralnych związków pokarmowych i obniżenie temperatury wody. Roślinność wodna rosnąca w zbiornikach, w zależności od gatunku, selektywnie pobiera zawarte w wodzie związki biogenne, wspomagając tym samym proces samooczyszczania wód [OŚWIT, 1980]. Sole amonowe i azotanowe, występujące w wodzie, są pobierane przez rośliny jako niezbędny pokarm w procesie biosyntezy (asymilacji) i ich stężenie w wodach w okresie wzrostu roślin się zmniejsza. Makrofitry odgrywają również istotną rolę w kształtowaniu dynamiki wymiany związków fosforu w układzie woda-osad. Z jednej strony rośliny zakorzenione w osadach stanowiących źródło biogenów przyczyniają się do wyprowadzania fosforu nawet z głębszych, teoretycznie wyłączonych z obiegu warstw [PIECZYŃSKA, 1988, 1993], z drugiej jednak niektóre z nich powodują natlenianie rdzeni osadów oraz ograniczają falowanie,

przyczyniając się do poprawy warunków sedimentacji i ograniczając resuspensję [PIECZYŃSKA, 1988; WIŚNIEWSKI, 1995]. Nie ma dotychczas zgodnych poglądów na temat mechanizmu tej recyrkulacji.

W badanych oczkach (tab. 1), w większości z okresowo wysychającym lustrem wody, tylko w jednym zbiorniku nie stwierdzono roślinności wodnej. Występujące w oczkach gatunki roślin, według wskaźnika trofizmu, klasyfikują wody jako eutroficzne lub mezotroficzne. Należy zaznaczyć, że duże pokrycie lustra wody roślinnością świadczy o zaawansowanym procesie łądowienia tych zbiorników.

WNIOSKI

1. Stężenie azotu mineralnego było większe, a ortofosforanów(V) mniejsze w wodach oczek sąsiadujących z uprawami pszenicy niż w wodach oczek sąsiadujących z uprawami rzepaku.

2. Duże stężenie ortofosforanów(V) w wodach oczek, wokół których rósł rzepak, może być efektem stosowania większych dawek fosforu w uprawie rzepaku niż w uprawie pszenicy.

3. Występująca w oczkach roślinność wodna, bez względu na strefę buforową wokół lustra wody, może również wpływać na stężenie związków azotu i fosforu.

4. Na skład chemiczny wody w zbiornikach, wokół których występowały nieużytki, wpłynęły składowane w nich zużyte opakowania po nawozach.

5. Ze względu na przekroczenie podanych przez Vollenweidera granicznych stężeń $P-PO_4^{3-}$ i azotu mineralnego w wodach analizowane oczka należy uznać za eutroficzne.

LITERATURA

- DURKOWSKI T., WORONIECKI T., 2001. Jakość wód powierzchniowych obszarów wiejskich Pomorza Zachodniego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 476 s. 365–371.
- DOJLIDO J., 1995. Chemia wód powierzchniowych. Warszawa: Wydaw. Ekon. Środ. ss. 228.
- GALCZYŃSKA M., WYBIERALSKI J., SIWEK H., 2002. Wpływ zawartości związków fosforu i azotu na proces eutrofizacji wód powierzchniowych na terenach rolniczych Zachodniego Pomorza. Nawozy Nawożenie nr 4(13) s. 262–264.
- GALCZYŃSKA M., GAMRAT R., 2004. Zawartość związków azotu, fosforu i makroelementów w wodach śródpolnych oczek wodnych w rejonie Krzemlina. Zesz. Nauk. AR Szczec. Rol. 242(98) s. 45–50.
- GALCZYŃSKA M., GAMRAT R., 2007. Influence of tree and brush plantations of the margin of mild-field ponds on the chemical properties of waters diversified in terms of a degree of covering the water part with plants. Pol. J. Env. St. vol. 16 no 3B s. 125–130.
- KARG J., KAJAK A., RYSZKOWSKI L., 2003. Impact of young shelterbelts on organic matter content and development of microbial and faunal communities of adjacent fields (review research paper). Pol. J. Ecol. 51 s. 283–290.

- KOC J., CYMES I., SKWIERAWSKI A., SZYPEREK U., 2001. Znaczenie ochrony małych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 476 s. 397–407.
- KOC J., SZYPEREK U., 2004. Skuteczność barier biogeochemicznych w ograniczaniu spływu azotu w środowisku rolniczym. *Ann. UMCS Sect. E* vol. 59 z. 1 s. 93–100.
- KOCHANOWSKA R., RANISZEWSKA M., 1999. Jak chronić śródpolne i śródleśne oczka wodne? *Prz. Przyr.* vol. 10 nr 3–4 s. 69–76.
- LOSSOW K., 1997. Zanikające jeziora. *Ekoprofit* 7–8 s. 40–45.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A., ZAJĄC M., 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. Kraków: Wydaw. Szafer Inst. Bot. ss. 442.
- OŚWIT J., 1980. Rola roślinności bagiennej w środowisku przyrodniczym Doliny Narwi w aspekcie oczyszczania się wód. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 234 s. 87–102.
- PIECZYŃSKA E., 1988. Rola makrofitów w kształtowaniu trofii jezior. *Wiad. Ekol.* 34 s. 376–404.
- PIECZYŃSKA E., 1993. Strefa litoralu a eutrofizacja jezior, ich ochrona i rekultywacja. *Wiad. Ekol.* 39 s. 139–162.
- PIEŃKOWSKI P., PODLASIŃKI M., 2001. Podział i geneza oczek wodnych na przykładzie wybranych obiektów w strefie moreny czołowej Pomorza Zachodniego. *Zesz. Nauk. AR Szczec. Rol.* 88 s. 223–230.
- PN-73/C-04576.06: Woda i ścieki. Badania zawartości związków azotu azotynowego z kwasem sulfanilowym i 1-naftyloaminą.
- PN-76/C-04576.01: Woda i ścieki. Badania zawartości związków azotu amonowego metodą indofenolową.
- PN-82/C-04576.08: Woda i ścieki. Oznaczanie azotu azotanowego metodą kolorymetryczną z salicylanem sodowym.
- PN-EN 1189:2000: Water quality. Determination of phosphorus. Ammonium molybdate spectrometric method.
- RYSZKOWSKI L., KĘDZIORA A., 1987. Impact of agricultural landscape structure on energy flow and mater cycling. *Landscape Ecol.* 1 (2) s. 85–94.
- SAPEK A., SAPEK B., 2002. Obieg i bilans fosforu w łańcuchu pokarmowym człowieka w Polsce. *Fertilizers Fertilization* no 4 (13) s. 105–122.
- SKWIERAWSKI A., SZYPEREK U., 2002. Wpływ rolnictwa na jakość wody w małych zbiornikach wodnych Pojezierza Olsztyńskiego. *Fragm. Agron.* vol. 19 nr 2 (74) s. 236–243.
- SZYPEREK U., 2005. Rola oczek wodnych jako bariery biogeochemicznej dla spływów wapnia i magnezu ze środowiska rolniczego. *J. Elementol.* 10 (4) s. 1083–1090.
- VOLLENWEIDER R.A., 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters. Paris OECD ss. 135.
- WIŚNIEWSKI R., 1995. Wpływ resuspensji osadów na funkcjonowanie ekosystemów wodnych. *Rozpr. UMK Toruń* 85 ss. 65.

Małgorzata GAŁCZYŃSKA, Piotr BURCZYK, Renata GAMRAT

**AN ATTEMPT TO ESTIMATE THE INFLUENCE OF CROPS
ON NITROGEN AND PHOSPHORUS CONCENTRATIONS
IN WATER OF SELECTED MID-FIELD PONDS IN WESTERN POMERANIA**

Key words: mid-field ponds, nitrogen, phosphorus, surface waters, type of cultivation

S u m m a r y

Nitrogen and phosphorus concentrations were determined in waters of 11 mid-field ponds situated in Żabowo commune, Pyrzyce county once a month during vegetation period in the years 2003–2004. The results were analysed in relation to the type of cultivated crop in the surrounding of mid-field ponds. Four mid-field ponds were surrounded by wheat fields, 4 – by rape crops and 3 were situated in barren lands. Floristic studies in 2003 and 2004 consisted in determination of floating-leaved and submerged macrophytes and vegetation in the buffer zone around the water body. Higher concentrations of mineral nitrogen and lower of orthophosphates ($0.766 \text{ mg N}_{\text{min}} \cdot \text{dm}^{-3}$ and $0.219 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{m}^{-3}$) were found in waters of mid-field ponds surrounded by wheat crops than in those surrounded by rape fields ($0.630 \text{ mg N}_{\text{min}} \cdot \text{dm}^{-3}$ and $8.415 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$). A high concentration of orthophosphates in the latter could be a result of larger doses of phosphorus fertilisers used in rape cultivation. Aquatic vegetation in mid-field ponds, irrespective of the buffer-zone around the water body, may also affect nutrient concentrations in water. Mid-field ponds situated in barren lands were treated as dumping sites for used fertilizer bags etc. which could influence water quality. Because of high concentration of P-PO_4^{3-} and mineral nitrogen (higher than Vollenweider's threshold values), analysed mid-field ponds should be classified as eutrophic.

Recenzenci:

dr hab. Józef Mosiej, prof. SGGW

doc. dr hab. Stefan Pietrzak

Praca wpłynęła do Redakcji 12.05.2009 r.