
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 26
(lipiec–wrzesień)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

Rok IX

Warszawa–Opole 2016

AGNIESZKA CYGAN*

Zawartość substancji biogenych w wodach wybranych akwenów województwa opolskiego

Słowa kluczowe: wody powierzchniowe, biogeny, zanieczyszczenia wód.

Do substancji biogenych zaliczamy wszystkie pierwiastki niezbędne do rozwoju żywych organizmów, przede wszystkim związki azotu i fosforu. Rozwój gospodarczy i ingerencja człowieka przyczynił się do wysokiego zużycia tych substancji, czego następstwem jest zwiększenie żyzności wód oraz ich nadmierne starzenie się, czyli eutrofizacja. Procesy te w konsekwencji prowadzą do zwiększonego rozwoju glonów i zakwitów wód. Przeprowadzone badania miały na celu określenie zawartości substancji biogenych w akwenach zlokalizowanych na terenie województwa opolskiego. Na obecnym etapie badań stwierdzono, że w przeanalizowanych wodach nie odnotowano przekroczeń stężeń biogenów uznanych za maksymalne dla badanych akwenów.

1. Wstęp

Biogeny to pierwiastki i związki odpowiedzialne za prawidłowe funkcjonowanie wszystkich organizmów żywych, należą do nich m.in.: azot oraz fosfor. Przekroczenie pewnych stężeń są przyczyną eutrofizacji wód [1]. Azot to składnik wszystkich białek, zasad azotowych, związków przenoszących energię oraz wielu innych związków chemicznych. Fosfor natomiast to pierwiastek, którego funkcja w organizmie jest najwyższa, składnik kwasów nukleinowych, związków przenoszących energię, fosfolipidów oraz niektórych białek, odpowiada za utrzymanie odpowiedniego odczynu pH [2]. Ilość substancji biogenych w akwenach wodnych zależy od warunków atmosferycznych, w głównej mierze od opadów, rodzaju gleb i zawartości w nich substancji biogenych, wpływ ma także okres wegetacyjny i sposób zagospodarowania gruntów [3]. Do podstawowo-

* Mgr, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych w Opolu, a.szewczyk@icimb.pl

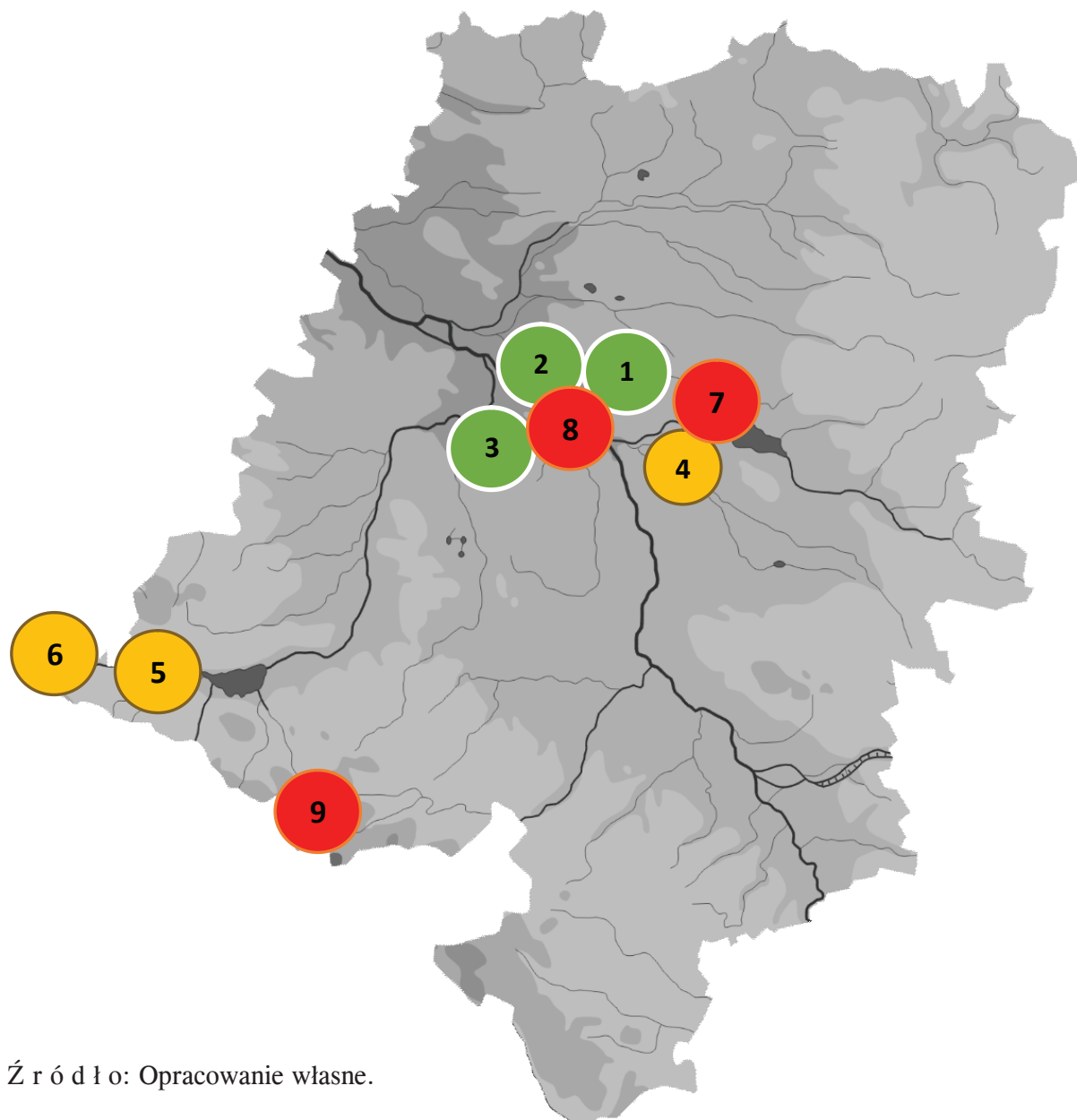
wych biogenów zaliczamy związki azotanowe, azotynowe i amonowe azotu oraz związki fosforu [4–7].

Atmosfera ziemską stanowi zarówno pierwotne źródło azotu dla biosfery, jak i jest miejscem, do którego jest on uwalniany, jego organiczne i nieorganiczne związki chemiczne uczestniczą we wszystkich ważniejszych procesach biochemicznych. Pierwszym i kluczowym etapem przyswajania azotu z atmosfery jest przekształcanie gazowej jego formy w związki chemiczne, które mogą być dalej przetwarzane przez organizmy żywe. Większość azotu z atmosfery trafia do biosfery poprzez bakterie azotowe. Amoniak (NH_3) docierający bezpośrednio do gleby może być też utleniany przez bakterie nityfikacyjne do azotynów i azotanów. Nieorganiczne związki azotu włączane są do związków organicznych potrzebnych do dalszego funkcjonowania organizmów żywych. Większość roślin pobiera azot poprzez systemy korzeniowe w formie anionów azotynowych (NO_2^-) i azotanowych (NO_3^-) lub kationów amonowych (NH_4^+). Forma azotanowa azotu (NO_3^-) jest najsłabiej związana przez kompleks sorpcyjny gleby i dlatego pod wpływem opadów najszybciej ulega wymywaniu. Forma amonowa azotu jest silnie sorbowana przez glebę i nie ulega wymyciu tak łatwo [8].

Fosfor wchodzi w skład związków budujących komórki i bierze udział w procesie oddychania organizmów żywych. Fosfor wchodzący w skład związków organicznych, w odróżnieniu od fosforu budującego związki mineralne, jest stale uwalniany do gleby w wyniku rozkładu substancji organicznej [9]. Krążenie tego pierwiastka jest powolne, ponieważ nie ma fazy gazowej i łatwo ulega deponowaniu w osadach dennych jezior, mórz i oceanów, skąd nie ma szansy szybkiego powrotu do obiegu. Krążenie fosforu odbywa się jedynie pomiędzy ekosystemami lądowymi i wodnymi. W postaci jonów fosforanowych (PO_4^{3-}) fosfor wypłukiwany jest przez wodę z powierzchni skał zawierających jego związki i przenoszony jest stopniowo ku oceanom [10].

2. Zakres badań

Do badań wybrano 9 zbiorników wodnych położonych na terenie województwa opolskiego. Przebadano zbiorki czyste, średnio zanieczyszczone i bardzo zanieczyszczone. Na mapie (ryc. 1) przedstawiono dokładną lokalizację wybranych akwenów.



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Nr	Nazwa zbiornika	Położenie	Charakterystyka
1	Malina	Opole	wyrobisko – zamknięty
2	Silesia	Opole	wyrobisko – zamknięty
3	Bolko	Opole	wyrobisko – zamknięty
4	Jezioro Turawskie (małe)	Turawa	retencyjny – przepływowy
5	Jezioro Nyskie	Nysa	retencyjny zaporowy – przepływowy
6	Jezioro Otmuchowskie	Otmuchów	retencyjny zaporowy – przepływowy
7	Jezioro Turawskie (duże)	Turawa	retencyjny – przepływowy
8	staw na Bolko	Opole – wyspa Bolko	wyrobisko – zamknięty
9	staw Staś	Prudnik	wyrobisko – zamknięty

Ryc. 1. Mapa województwa opolskiego z zaznaczoną lokalizacją zbiorników, z których pobierano próbki wody

Miejsca pobierania próbek różnią się m.in. topografią terenu oraz składem chemicznym przylegających gruntów. Część z nich to zbiorniki przepływowe, często będące rezerwuarem zanieczyszczeń niesionych przez zasilające je wody.

3. Metodyka badań

Próbki wody pobierano co miesiąc od stycznia do września 2015 r. z części litoralnej dziewięciu zbiorników wodnych, zgodnie z normą [11]. Próbki przewiezione do laboratorium doprowadzono do temperatury pokojowej oraz przesączano przez sączek o wielkości porów 45 μm . Do badań wykorzystano chromatograf jonowy Metrohm 850 Professional IC z wysokosprawną supresją sekwencyjną. W wodzie oznaczano biogeny: NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , NH_4^+ . Oznaczenia sporządzono zgodnie z normą dla oznaczeń wykonywanych techniką chromatografii jonowej [12–13].

Kalibrację aparatu przeprowadzono z wykorzystaniem wzorców oraz materiałów referencyjnych o wysokiej czystości firmy Fluka. Roztwory przeznaczone do kalibracji sporządzano metodą rozcieńczeń z roztworów początkowych o stężeniach $1000 \pm 2 \text{ mg/dm}^3$.

Niepewność oznaczeń anionów wynosiła:

$\text{NO}_2^- \pm 8\%$, $\text{NO}_3^- \pm 20\%$, $\text{PO}_4^{3-} \pm 20,0\%$, $\text{NH}_4^+ \pm 18\%$.

4. Wyniki badań i ich interpretacja

W tabeli 1 przedstawiono stwierdzone stężenia azotanów, azotynów, jonów amonowych i fosforanów.

Tabela 1

Stężenia azotynów, azotanów, fosforanów i jonów amonowych

Parametr	Miesiąc poboru próbek	Nazwa akwenu								
		Malina	Silesia	Bolko	Turawskie (małe)	Nyskie	Otmuchowskie	Turawskie (duże)	staw na Bolko	staw Staś
AZOTYNY [mg/dm^3]	styczeń	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	<0,03	0,07	0,09	<0,03	<0,03
	luty	<0,03	<0,03	<0,03	0,06	0,07	0,07	0,08	<0,03	<0,03
	marzec	0,04	0,03	<0,03	0,04	0,06	0,09	0,07	<0,03	0,05
	kwiecień	0,04	<0,03	<0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	<0,03	<0,03
	maj	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	0,05	0,09	0,06	<0,03	0,09
	czerwiec	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	0,09	0,12	0,05	<0,03	0,08
	lipiec	<0,03	0,03	<0,03	0,04	0,06	0,17	<0,03	<0,03	0,05
	sierpień	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,10	0,09	<0,03	<0,03	0,31
	Średnia	0,04	0,03	0,03	0,05	0,07	0,10	0,08	0,03	0,12

cd. tab. 1

Parametr	Miesiąc poboru próbek	Nazwa akwenu								
		Malina	Silesia	Bolko	Turawskie (małe)	Nyskie	Otmuchowskie	Turawskie (duże)	staw na Bolko	staw Staś
AZOTANY [mg/dm ³]	styczeń	0,50	2,05	0,18	0,20	5,22	4,94	9,80	7,60	0,19
	luty	0,65	2,03	0,17	0,34	5,23	5,82	10,09	7,80	0,21
	marzec	0,59	2,10	0,19	0,80	2,64	3,46	8,89	5,67	0,54
	kwiecień	0,56	2,15	0,18	0,98	2,87	3,45	8,76	5,98	0,56
	maj	0,23	0,87	0,23	0,39	3,96	5,12	9,65	5,13	0,66
	czerwiec	0,11	0,76	0,24	0,78	3,70	4,86	7,43	3,06	0,24
	lipiec	0,12	0,64	0,10	0,35	3,34	3,64	3,64	2,05	0,15
	sierpień	0,20	0,66	0,20	4,73	4,35	4,35	8,30	2,01	0,36
	średnia	0,37	1,40	0,19	1,10	3,90	4,50	8,30	4,90	0,36
FOSFORANY [mg/dm ³]	styczeń	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
	luty	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
	marzec	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	1,49	<0,13	<0,13	<0,13
	kwiecień	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	0,18	<0,13	<0,13	0,16
	maj	<0,13	0,21	<0,13	<0,13	<0,13	0,20	0,21	0,23	0,19
	czerwiec	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	0,19	0,20	0,24	0,15
	lipiec	<0,13	0,22	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	0,19	0,15
	sierpień	0,17	0,28	<0,13	<0,13	0,18	0,17	0,19	0,31	<0,13
	średnia	0,17	0,24	0,13	0,13	0,18	0,45	0,20	0,24	0,16
JON AMONOWY [mg/dm ³]	styczeń	0,09	0,10	0,05	0,09	0,09	0,09	0,23	<0,05	0,04
	luty	0,07	0,13	0,05	0,08	0,08	0,09	0,24	<0,05	0,03
	marzec	0,08	0,11	0,05	<0,05	0,07	0,09	0,25	<0,05	0,05
	kwiecień	0,12	0,12	0,12	0,08	0,06	0,08	0,18	<0,05	0,07
	maj	0,07	0,07	0,16	0,07	0,23	0,45	0,17	0,07	0,07
	czerwiec	0,08	0,09	0,08	0,09	0,21	0,23	0,25	0,08	<0,05
	lipiec	0,12	0,07	0,06	0,3	0,21	0,38	0,19	<0,05	0,08
	sierpień	0,13	<0,05	0,11	0,10	0,10	0,08	0,27	<0,05	0,08
	średnia	0,10	0,10	0,09	0,12	0,13	0,19	0,22	0,08	0,06

Źródło: Opracowanie własne.

W tabeli 1 zebrano stężenia azotynów, azotanów, jonu amonowego oraz fosforanów oznaczone za pomocą chromatografu jonowego. Stężenia analizowanych jonów nie zmieniały się znacznie na przestrzeni dziewięciu miesięcy, w czasie których pobierano próbki. Z otrzymanych wyników dla poszczególnych akwenów obliczono średnią. W większości zbiorników nie występuje oznaczalny jon azotynowy, największe stężenie stwierdzono w stawie Staś (0,12 mg/l/dm³). Najwyższe stężenie azotanów odnotowano dla Jeziora Turawskiego (dużego)

(8,3 mg/dm³), a najniższe dla Kąpieliska Bolko (0,19 mg/dm³). W pozostałych akwenach stężenie jonów azotynowych wahało się między 1,1 mg/dm³ a 4,9 mg/dm³. W większości zbiorników jony fosforanowe występowały poniżej zakresu oznaczalności, najwyższą wartość odnotowano dla Jeziora Otmuchowskiego i wynosi ona 0,45 mg/dm³. Jony amonowe występujące w przebadanych akwenach nie przekroczyły 0,22 mg/dm³ i najwyższą wartość zaobserwowano w Jeziorze Turawskim (duże).

5. Wnioski

Stwierdzono, że w ciągu roku troficzność wód powierzchniowych nie zmieniła się w sposób znaczący, odnotowano jedynie minimalne zmiany w składzie chemicznym przebadanych wód. Wyższe stężenia substancji biogenych odnotowano w miesiącach zimowych, natomiast najniższe stężenia występowały latem, związane jest to z okresem wegetacyjnym oraz intensywniejszym pobieraniem substancji pokarmowych przez rośliny. W badanych akwenach nie stwierdzono przekroczeń zawartości biogenów, w odniesieniu do rozporządzenia Ministra Środowiska [14]*.

Literatura

- [1] Ryther J.H., Dunstan W.M., *Nitrogen, Phosphorus, and Eutrophication in the Coastal Marine Environment*, „Science” 1971, Vol. 171, Issue 3975, s. 1008–1013.
- [2] Vollenweider R.A., *Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and following waters, with particular reference to nitrogen and phosphorous as factors in eutrophication*, OECD, Environment Directorate, Paris 1971, 27, s. 1–61.
- [3] Taylor R., Bogacka T., Rybiński J., Niemirycz E., Żelechowska A., Makowski Z., Korzec E., *Rolnicze zanieczyszczenia obszarowe w wodach powierzchniowych*, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 1992.
- [4] Kajak Z., *Eutrofizacja jezior*, PWN, Warszawa 1979.
- [5] Lossow K., *Odnowa jezior*, „Ekoprofit” 1995, nr 5, s. 11–15.
- [6] Lossow K., *Zanikające jeziora*, „Ekoprofit” 1995, nr 7/8, s. 40–45.
- [7] Kalf J., *Limnology*, Prentice Hall, New Jersey 2001.
- [8] Kajak Z., *Hydrobiologia-limonologia. Ekosystemy wód śródlądowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
- [9] *Gleboznawstwo: podręcznik dla studentów akademii rolniczych*, red. B. Dobrzański, S. Zawadzki, PWRiL, Warszawa 1981.
- [10] Kubiak J., Tórz A., *Eutrofizacja: podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na Pomorzu Zachodnim*, „Słupskie Prace Biologiczne” 2005, nr 2, s. 17–36.

* Praca została sfinansowana ze środków na działalność statutową Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych.

- [11] PN-ISO 5667-4:2003 – Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 4: Wytyczne dotyczące pobierania próbek z jezior naturalnych i sztucznych zbiorników zaporowych.
- [12] PN-EN ISO 14911:2002 – Jakość wody oznaczanie Li, Na, NH₄, K, Ca, Mg, Sr, Ba za pomocą chromatografii jonowej. Metoda dla wód i ścieków.
- [13] PN-EN ISO 10304-1:2009 – Jakość wody. Oznaczanie rozpuszczonych anionów za pomocą chromatografii jonowej. Część 1: Oznaczanie bromków, chlorków, fluorków, azotanów, azotanów, fosforanów i siarczanów.
- [14] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych, Dz.U. z 2011 r. nr 257, poz. 1545.

AGNIESZKA CYGAN

INFLUENCE OF NUTRIENT POLLUTION OF SURFACE WATERS IN OPOLE REGION

Keywords: surface water, nutrients, water pollution.

To include all the nutrients and mineral elements essential to the development of living organisms, primarily nitrogen and phosphorus compounds. Economic development and human interference caused excessive growth of these substances, which results in increasing the fertility waters and their aging or excessive eutrophication. These processes therefore lead to an increased growth of algae blooms and water. The study aimed to determine the content of biogenic substances in waters located in the province of Opole. At the current stage of research, it was found that the waters affected by the eutrophication outweigh the concentration of nitrates and phosphates, while in the waters of pure concentration falls within the scope of the regulation.