Acta Agrophysica, 2003, 1(1), 123-129

STRUKTURA I PRODUKTYWNOŚĆ FITOPLANKTONU W ZAPADLISKOWYM ZBIORNIKU NADRYBIE PRZY KOPALNI BOGDANKA NA POJEZIERZU ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIM

Danuta Krupa, Krzysztof Czernaś

Katedra Ekologii Ogólnej, Akademia Rolnicza ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin,
dkrupa@agros.ar.lublin.pl

Streszczenie. Badania prowadzono w zachodniej części zbiornika Nadrybie w latach 1999-2001 (wiosną i jesienią). Stwierdzono eutroficzny charakter wody zbiornika o czym świadczą: mała przezroczystość (0–35 cm), wysokie wartości przewodnictwa elektrolitycznego (319-537 $\mu S \cdot cm^{-1}$), odczyn wody dochodzący do pH 10,2, wysoka liczebność fitoplanktonu (11,5-168,9 mln osobn. w dm^3) i zawartość chlorofilu *a* (272,8-628,2 $mg \cdot m^{-3}$), a także intensywne sinicowe lub zielenicowe zakwity wody. W latach 1999-2000 fitoplankton był zdominowany wiosną przez sinice – *Anabaena spiroides i Rhabdoderma lineare*, natomiast jesienią przez zielenicę *Golenkinia* radiata. W 2001 roku zarówno wiosną jak i jesienią dominowały zielenice – *Golenkinia radiata, Scenedesmus opoliensis, S. quadricauda* i *S. acuminatus*.

Słowa kluczowe: zbiornik zapadliskowy, fitoplankton, zakwit wody, chlorofil *a*

WSTĘP

Przemysł wydobywczy jest przyczyną wszechstronnych przekształceń krajobrazu. Prace górnicze mogą powodować zmiany ukształtowania powierzchni oraz stosunków hydrologicznych. Osiadanie terenu nad podziemnymi wyrobiskami prowadzi do powstawania niecek zapadliskowych. Jeżeli ich dno znajduje się poniżej poziomu wód gruntowych wypełniają się one wodą. Powstałe w ten sposób zbiorniki mają niewielką głębokość i łagodne brzegi, a ich dno stanowi pokrywa glebowa osadzonego terenu [8].

Zbiornik Nadrybie powstał w latach 90. XX wieku w wyniku osiadania terenu podczas eksploatacji węgla kamiennego (na głębokości 900-960 m) w Kopalni Bogdanka metodą „na zawał". Położony jest na południowy wschód

od wsi o tej samej nazwie, w otulinie parku krajobrazowego Pojezierze Łęczyńskie, na dawnych użytkach zielonych, w zlewni rolniczej. Jego powierzchnia oscyluje w granicach 30–40 ha [1], a maksymalna głębokość wynosi około 1,5 m. Zbiornik podzielono na dwie części groblą usypaną ze skały płonej. Część zachodnia jest znacznie większa i charakteryzuje się dobrze rozwiniętym fitolitoralem reprezentowanym przez 37 gatunków roślin naczyniowych. Wśród helofitów najliczniej występują: *Phragmites australis*, *Typha latifolia* i *T. angustifolia*, a wśród elodeidów dominuje *Polygonum amphibium* Zooplankton jest reprezentowany przez 18 gatunków, a zoobentos przez 7 [10].

Celem pracy było określenie składu gatunkowego, liczebności oraz produktywności fitoplanktonu w zachodniej części zbiornika Nadrybie, co wydaje się być cennym uzupełnieniem innych badań prowadzonych w tym akwenie.

METODYKA

Badania prowadzono w zachodniej części zbiornika Nadrybie w latach 1999-2001 (wiosną – w czerwcu i jesienią – pod koniec września). Próby do analiz fizyczno-chemicznych i biologicznych pobierano w przybrzeżnej i centralnej części zbiornika. Mierzono temperaturę wody, przezroczystość (tarczą Secchiego), odczyn i przewodnictwo elektrolityczne. Koncentrację tlenu w wodzie oznaczano metodą Winklera [4]. Produktywność fitoplanktonu określano w sposób pośredni oznaczając stężenie chlorofilu *a* zgodnie z metodą Nusch'a [7]. Liczebność fitoplanktonu określano w mikroskopie odwróconym metodą Uterm " hla [11].

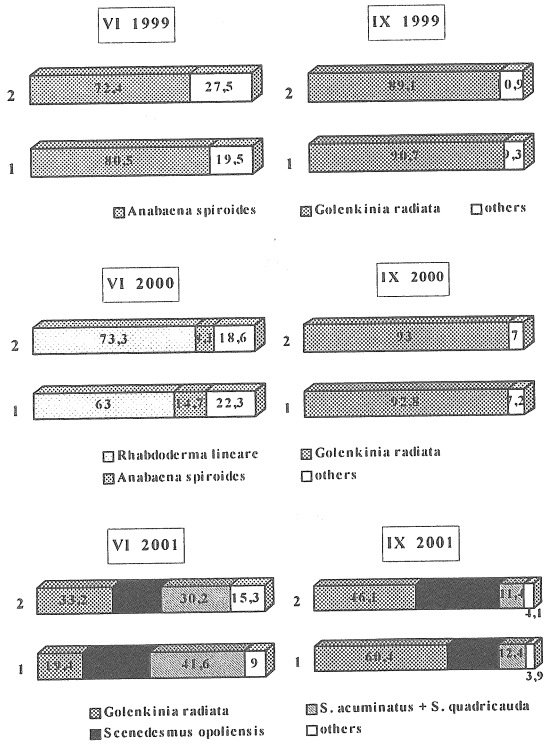
WYNIKI

Czynniki fizyczno-chemiczne

Temperatura wody wynosiła wiosną 1999 roku 27°C, a w latach 2000 i 2001 od 18 do 19°C, natomiast jesienią – od 11,8 do 16,6°C i najniższa była w 2000 roku. Przezroczystość wody wahała się w granicach 0,10-0,35 m i była niższa w przybrzeżnej niż w centralnej części zbiornika. Odczyn zmieniał się w zakresie pH 7,23-10,2, a przewodnictwo elektrolityczne od 319 do 537 $\mu S \cdot cm^{-1}$. Koncentracja tlenu była wysoka: 5,87-12,9 $mg \cdot dm^{-3}$ przy brzegu i 7,6-18,9 $mg \cdot dm^{-3}$ w części centralnej. Nasycenie wody tlenem wahało się od 76,6% do 240,8%.

Struktura fitoplanktonu

Liczebność fitoplanktonu osiągała bardzo wysokie wartości: 15,1-168,9 mln osobn. w dm^3 w strefie przybrzeżnej oraz 11,5-142,5 mln osobn. w dm^3 w środkowej części zbiornika i była zawsze niższa wiosną niż jesienią. Łącznie oznaczono 76 taksonów, w tym 42 gatunki zielenic i 16 gatunków sinic. W latach 1999 i 2000 fitoplankton był zdominowany wiosną przez sinice – *Anabaena spiroides* i *Rhabdoderma lineare* powodujące zakwity wody, natomiast jesienią obserwowano zakwity zielenicowe wywołane przez *Golenkinia radiata*. W 2001 roku, zarówno wiosną jak i jesienią, dominowały zielenice, a zakwity były tworzone przez kilka gatunków: *Golenkinia radiata*, *Scenedesmus opoliensis*, *S. acuminatus* i *S. quadricauda* (Rys. 1). Wartości współczynnika różnorodności gatunkowej Shannona-Weavera były niskie. Wiosną wahały się od 0,985 do 2,749, a jesienią od 0,341 do 1,743.

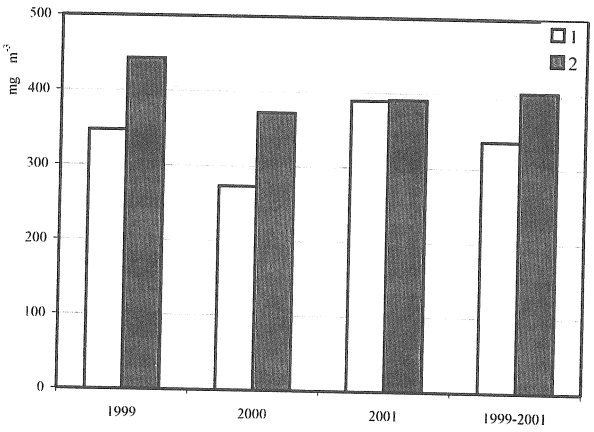


Rys. 1. Udział procentowy gatunków tworzących zakwity w ogólnej liczebności fitoplanktonu w przybrzeżnej (1) i w środkowej (2) części zbiornika Nadrybie

Fig. 1. Percentage of species forming water blooms in the total abundance of phytoplankton in near-shore (1) and central part (2) of Nadrybie reservoir

Produktywność fitoplanktonu

Wiosną i jesienią 1999 roku wartości stężenia chlorofilu *a* (wskaźnika produktywności fitoplanktonu) były zbliżone i wynosiły w środkowej części zbiornika odpowiednio 458,2 i 428,1 $mg \cdot m^{-3}$, a w części przybrzeżnej 369,9 i 324,7 $mg \cdot m^{-3}$. W następnym roku zawartość chlorofilu *a* w fitoplanktonie była w obu stanowiskach badań wyższa wiosną niż jesienią. Maksymalną wartość zanotowano wiosną 2001 roku w centralnej części zbiornika – 628,2 $mg \cdot m^{-3}$, a minimalną jesienią 2001 roku w tym samym stanowisku – 154,0 $mg \cdot m^{-3}$. Średnia roczna wartość chlorofilu *a* była najwyższa w 1999 roku – 443,1 $mg \cdot m^{-3}$ (w centralnej części zbiornika), a najniższa w 2000 roku – 272,8 $mg \cdot m^{-3}$ (w części przybrzeżnej). Średnia koncentracja chlorofilu z trzech lat badań była nieznacznie wyższa w środkowej części zbiornika – 402,0 $mg \cdot m^{-3}$ niż w strefie przybrzeżnej – 336,5 $mg \cdot m^{-3}$ (Rys. 2).



Rys.2. Średnie wartości stężenia chlorofilu *a* w przybrzeżnej (1) i w środkowej (2) części zbiornika Nadrybie

Fig. 2. Mean values of chlorophyll *a* concentration in near-shore (1) and central part (2) of Nadrybie reservoir

DYSKUSJA

Zbiornik Nadrybie powstał przez stopniowe zapadanie się powierzchni gruntu, a jego dno od początku tworzyła gleba z porastającą ją roślinnością będącą źródłem pierwiastków biogennych. Taka geneza zbiornika, a także małe rozmiary i w związku z tym podatność na wpływy otaczającej go zlewni rolniczej zadecydowały o jego charakterze troficznym. Badania przeprowadzone w 2000

roku przez Radwana i in. [9] wykazały, że woda zbiornika charakteryzuje się wysoką zawartością związków biogennych: $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$ i $P\text{-}PO_4$, które odgrywają decydującą rolę w eutrofizacji wód. Wysokie wartości przewodnictwa elektrolitycznego również świadczą o żyzności tego ekosystemu. Najbardziej widocznym przejawem eutroficznego charakteru zbiornika Nadrybie są utrzymujące się w nim sinicowe lub zielenicowe zakwity wody sygnalizowane zmianą jej barwy i bardzo niską przezroczystością. W zbiornikach eutroficznych liczebność fitoplanktonu podczas zakwitu waha się od 10^3 do 10^7 osobn. w cm^3 [2]. W biorniku Nadrybie wartości te wynosiły od 10^4 do $1{,}69\ 10^5$ osobn. w cm^3 wody. Masy fitoplanktonu były spychane przez wiatr ku brzegom i dlatego w tej części zbiornika stwierdzono jego większą liczebność. Gatunki tworzące w zbiorniku zakwity – *Rhabdoderma lineare, Scenedesmus opoliensis* i *S. quadricauda* są opisywane w literaturze jako występujące w wodach eutroficznych, natomiast *Anabaena spiroides* i *Golenkinia radiata* – spotykane są zwykle w wodach β-mezotroficznych [3, 5]. Wysokie wartości stężenia chlorofilu *a* w fitoplanktonie Nadrybia mieszczą się w górnym zakresie wartości charakterystycznych dla wód eutroficznych, a wartości maksymalne wskazują nawet na hypertrofię zbiornika [6].

Chociaż zbiornik Nadrybie można zaliczyć do szkód wywołanych działalnością kopalni Bogdanka, to rekultywacja tego terenu nie będzie polegała na odtworzeniu gruntów rolnych lecz na wykorzystaniu niecki zapadliskowej jako wielofunkcyjnego zbiornika wodnego. W przyszłości nie planuje się żadnych działań dotyczących misy zbiornika. Będzie on pełnił funkcje ekologiczne oraz rolę buforową stabilizując stosunki wodne w sąsiedztwie Poleskiego Parku Narodowego [1].

WNIOSKI

Woda zbiornika Nadrybie ma charakter eutroficzny o czym świadczą:

1. Parametry fizyczno-chemiczne: barwa wody (intensywnie zielona lub niebiesko-zielona), mała przezroczystość (0–35 cm), wysokie wartości przewodnictwa elektrolitycznego (319-537 $\mu S \cdot cm^{-1}$), – odczyn wody dochodzący do pH 10,2.
2. Parametry biologiczne: intensywne sinicowe lub zielenicowe zakwity wody, wysoka zawartość chlorofilu *a* (272,8-628,2 $mg \cdot m^{-3}$).

PIŚMIENNICTWO

1. **Borchulski Z., Łyszczarz L.:** Zagrożenia i szanse zagospodarowania przestrzennego w obszarze użytkowania KWK Bogdanka. W: Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych (Red.: S. Radwan, Z. Lorkiewicz). Wyd. UMCS, 279-284, 2002.
2. **Bucka H.:** Ecological aspects of the mass appearance of planktonic algae in dam reservoirs of southern Poland. Acta Hydrobiol., 29, 2, 149-191, 1987.
3. **Heinonen P.:** Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Publ. Water. Res. Inst., Nat. Board of Waters, Finland, 37, 1-91, 1980.
4. **Hermanowicz W., Dożańska W., Dojlido J., Koziorowski B.:** Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady, Warszawa, 847, 1976.
5. **Hindák F.:** Sladkovodné riasy. Slovenské Pedagogické Nakladatel'stwo, Bratislava, 724,1978.
6. **Kajak Z.:** Hydrobiologia. Ekosystemy wód śródlądowych. PWN, 355, 1998.
7. **Nusch A.E.:** Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.,14, 14-36, 1980.
8. **Puchalski W.:** Zbiorniki poeksploatacyjne w Polsce i ich klasyfikacja pod względem pochodzenia. Wiad. ekol., 31, 1, 4-21, 1985.
9. **Radwan S.,. Misztal M.,. Stępień B.,. Bojar W.:** Kształtowanie się czynników fizycznych i chemicznych wody i osadów dennych w zbiornikach zapadliskowych na Polesiu Lubelskim. Acta Agrophysica, 68, 185-192, 2002.
10. **Radwan S., Sender J., Kornijów R., Bojar W., Paleolog A, Stępień B., Zwolski W.:** Ecological characteristics of the depression reservoirs – preliminary results. Verh. Internat. Verein. Limnol., Stuttgart, 28, 178-182, 2002.
11. **Vollenweider R.A.:** A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. Oxford-Edinburgh, Blackwell, IBP Handbook 12, 1969.

STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF PHYTOPLANKTON IN THE DEPRESSION RESERVOIR NADRYBIE NEAR THE COAL MINE BOGDANKA IN THE ŁĘCZNA-WŁODAWA LAKE DISTRICT

Danuta Krupa, Krzysztof Czernaś

Department of General Ecology, University of Agriculture, Akademicka str. 15, 20-950 Lublin, Poland, e-mail: dkrupa@agros.ar.lublin.pl

Summary: In spring and autumn 1999–2001, physical and chemical properties of water (Secchi disc transparency, temperature, pH, conductivity, oxygen content), biological properties (quality structure and numbers of phytoplankton as well as its productivity based on chlorophyll *a* concentration) were studied in the western part of reservoir Nadrybie. The reservoir was found to be eutrophic as demonstrated by: low transparency (0–35 cm), high conductivity (319-537 $\mu S\ cm^{-1}$), pH of up to 10.2, high phytoplankton density (11.5–168.9 million per dm^3) and chlorophyll *a* content (272.8-628.2 mg m^{-3}) as well as the intensive water blooms. caused by cyanobacteria and green algae. In 1999-2000, during springtime, the phytoplankton was dominated by cyanobacteria – *Anabaena spiroides* and *Rhabdoderma lineare*, in autumn – by green alga *Golenkinia radiata*. In

spring and autumn 2001, green algae – *Golenkinia radiata*, *Scenedesmus opoliensis*, *S. quadricauda* and *S. acuminatus* were dominants in phytoplankton.

Keywords: depression reservoir, phytoplankton, water blooms, chlorophyll *a* concentration