

## ZWIĄZKI ORGANICZNE W WODACH A ROZWÓJ WOLFII BEZKORZENIOWEJ I HODOWLA RYB

A. H. Mical, S. Płonowski

Instytut Biologii, Uniwersytet w Białymstoku  
ul. Świerkowa 20B, 15-950 Białystok

**Streszczenie.** *Wolffia arrhiza* pobierając substancje organiczne i nieorganiczne z wody, przyczynia się do jej oczyszczania a także zwiększenia liczebności i różnorodności planktonu. Bogactwo związków biologicznie aktywnych zawartych w komórkach rośliny powoduje, że jest ona cennym pokarmem dla ryb. Ryby odżywiające się wolfią szybciej rosną, dojrzewają płciowo i wydają liczniejsze potomstwo.

**Słowa kluczowe:** *Wolffia arrhiza*, hormony, ścieki surowe, *Poecilla reticulata*.

### WSTĘP

Wolffia bezkorzeniowa (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) należy do rodziny Lemnaceae. Stanowiska występowania rośliny w Polsce są coraz liczniejsze. Zasiedla ona głównie starorzecza i płytkie, osłonięte przed wiatrem zbiorniki wodne, bogate w organiczne związki azotu i fosforu. Roślina rozmnaża się szybko przez pączkowanie, odporna jest na zmiany temperatury i pH środowiska oraz ksenobiotyki.

W zależności od warunków troficznych i dostępności światła wolffia może odżywiać się auto-, mikro- a nawet heterotroficznie. Przyswajanie biogenów przez vegetatywne człony pędowe wolffii jest intensywne, a pobrane ze środowiska substancje, roślina wykorzystuje na potrzeby własnego metabolizmu [11,12].

Od bardzo dawna w Azji wolffia traktowana jest jako wartościowy, bogaty w białko pokarm. Cenne jest też i to, że szybkie rozmnażanie rośliny pozwala na jej zbiór co 3-4 dni. Wolfię wykorzystuje się jako karmę dla drobiu, dodatek do paszy dla bydła i trzody chlewnej [10]. Bardzo chętnie wolfię zjadają ryby i ptaki wodne. Roślina może więc być wykorzystywana jako karma dla zwierząt a także do usuwania biogenów z zanieczyszczonych wód powierzchniowych [1].

Celem niniejszej pracy było uzyskanie odpowiedzi na pytanie: jak działa wolfia bezkorzeniowa na ścieki i jak wpływa ona na ryby, które tak chętnie odżywiają się tą rośliną?

#### MATERIAŁ I METODY

Laboratoryjne badania oddziaływania wolfii na surowe ścieki, pobrane z oczyszczalni miejskiej w Białymstoku, prowadzono w płaskich, szklanych naczyniach o pojemności 2 dm<sup>3</sup>. Pojemniki napełniano 1 dm<sup>3</sup> ścieków i wprowadzano na nie 25 g biomasy wolfii. W celu ograniczenia parowania wody, naczynia przykrywano perforowaną folią. Hodowlę wolfii prowadzono w fitotronie, co gwarantowało utrzymanie stałych warunków temperatury i oświetlenia. W takich samych warunkach przetrzymywano ścieki bez hodowli wolfii. Ścieki te stanowiły tzw. grupę kontrolną, z którą porównywano wyniki uzyskane na ściekach z hodowlą wolfii.

W dwóch akwariach hodowano po dwie dorosłe, zapłodnione samice gupików (*Poecilla reticulata*). W jednym akwarium ryby karmione były wolfią a w drugim, kontrolnym, ochotką. Taki sam sposób karmienia ryb utrzymano w stosunku do otrzymanego potomstwa.

Do karmienia ryb służyła wolfia hodowana w basenie o wymiarach 130 x 190 x 70 cm napełnionym wodą wodociągową, napowietrzanym filtrem akwaryjnym Aqua EL typu FAT-4, oświetlanym czterema żarówkami żarowymi o mocy 200 W i dających natężenie promieniowania 3000 lumenów każda przez 12 godzin/dobę. Temperatura wody w basenach wynosiła 23±2°C. Celem uzyskania szybszego wzrostu wolfii do wody dodawano drożdże piekarnicze, które dostarczały roślinie białka, witamin i mikroelementów.

Ryby karmione wolfią i ochotką były pod stałą obserwacją makroskopową. W komórkach wolfii oznaczano zawartość hormonów metodą immunoenzymatyczną, stosując gotowe zestawy odczynników firm: Bio Merieux i Abbot. W ściekach z hodowlą wolfii i bez rośliny oznaczano standardowymi metodami BZT<sub>5</sub>, ChZT, azot i fosfor, zawiesinę ogólną oraz pH i ekstrakt eterowy tłuszczów.

#### WYNIKI

Wolfia bezkorzeniowa hodowana na ściekach szybko rozmnażała się i zarażała powierzchnię pojemników. Nie stwierdzono ujemnego oddziaływania substancji toksycznych zawartych w ściekach na rozwój rośliny. Wolfia przyczyniała się do oczyszczania ścieków i stwarzała korzystne warunki do rozwoju innych organizmów uczestniczących w oczyszczaniu wód. Wyniki analizy ścieków, na których przez 14 dni hodowano wolfię i ścieków bez hodowli wolfii

przedstawia Tabela 1. W ściekach, na których hodowano wOLFIE licznie pojawiły się bakterie, pierwotniaki, skąposzczety i małżoraczki.

**Tabela 1.** Charakterystyka ścieków przed i po 14 dniowej hodowli wOLFII bezkorzeniowej  
**Table 1.** Characteristics of crude municipal sewage before and after 14 days culture of *Wolffia arrhiza*

Wskaźnik	Ścieki surowe	Ścieki surowe bez hodowli wOLFII	Ścieki surowe po 14 dniach hodowli wOLFII	
pH	7,4±0,07	7,6±0,06	8,2±0,07	
BZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> ·dcm <sup>3</sup>	258±4,7	133±1,8	171±0,3
ChZT	mg O <sub>2</sub> ·dcm <sup>3</sup>	549±15,2	377±5,4	119±2,0
Zawiesina ogólna	mg·dcm <sup>3</sup>	225±6,7	160±7,7	85±1,0
Azot amonowy	mg N-NH <sub>4</sub> ·dcm <sup>3</sup>	36±0,6	24±0,5	19±0,2
Azot Kiejdahla	mg N·dcm <sup>3</sup>	51±0,9	27±0,9	21±0,3
Fosfor ogólny	mg P·dcm <sup>3</sup>	8,1±0,1	7,4±0,2	2,2±0,04
Ekstrakt eterowy	mg·dcm <sup>3</sup>	89±2,02	78±1,1	18±0,2

Ryby karmione wOLFIE rosły szybciej, szybciej dojrzewały płciowo i wydawały liczniejsze potomstwo niż ryby karmione ochotką. Po 12 dniach hodowli zapłodnionych samic karmionych wOLFIE stwierdzono 5 młodych ryb, po 30 dniach hodowli było ich już 30, a po 60 dniach młodych ryb było 57. W grupie kontrolnej po 60 dniach hodowli było zaledwie 7 młodych ryb. Wśród najstarszego narybku karmionego wOLFIE po 60 dniach hodowli obserwowano dojrzewanie płciowe. Osobniki męskie posiadały wykształcony narząd rozrodczy – ostro zakończony wyrostek pod płetwą brzuszną. W grupie kontrolnej młode ryby rosły wolno i nie stwierdzano, w tym samym czasie, wykształcania knidocyty.

## DYSKUSJA

WOLFIA bezkorzeniowa jest rośliną bogatą w związki aktywne biologicznie, które umożliwiają jej życie nawet w bardzo zanieczyszczonych wodach. Przed działaniem toksycznych jonów metali wOLFIA broni się syntetyzując wiążące je białko. Obronę przed tymi truciznami stanowi też chlorofil oraz witamina B<sub>12</sub>. Są to metaloporfiryny będące czterokleszczowym chelatem [4,5,6,8].

Wolfia pobiera ze środowiska biogeny, głównie azot i fosfor. Inne rośliny stosowane w hydrobotanicznych oczyszczalniach ścieków również pobierają substancje z wody. Hiacynt wodny (*Eichhornia crassiper*) pobiera około 1280 mg N·m<sup>2</sup> i 243 mg P·m<sup>2</sup> w ciągu doby. Paproć wodna (*Azalla filiculoides*) przyswaja 108 mg N i 33 mg P na dobę a *Spirodela polirrhiza* – 101 mg N i 34 mg P·m<sup>2</sup> w ciągu doby [9]. Wolfia bezkorzeniowa pobiera z wody w ciągu doby 126 mg N·m<sup>2</sup> i 38 mg P·m<sup>2</sup> [1]. Badania własne dowodzą, że wolfia pobiera nie tylko azot i fosfor, ale wykorzystuje też i tłuszcze.

W ściekach, na których hodowano wolfię, po 14 dniach stwierdzono obniżenie zawartości azotu ogólnego o blisko 60% a fosforu o ponad 70%. O blisko 80% uległa redukcja zawartości tłuszczów i znacznie obniżyła się wielkość wskaźników BZT<sub>5</sub> i ChZT. Hodowla wolfii prowadzi do zmniejszenia deficytu tlenowego i umożliwia liczniejszy rozwój organizmów współuczestniczących w oczyszczaniu wód.

Wolfia może więc być skutecznie stosowana w roślinnych oczyszczalniach ścieków, jako roślina samodzielna lub wspomagająca rzęsę, spirodelę i inne.

Ryby bardzo chętnie zjadały wolfię. Ryby hodowane w akwariach i karmione wolfią szybciej rosły, dojrzewały płciowo i wydawały liczniejsze potomstwo. Wolfia jest karmą bogatą w białko, ale też zawiera istotną dla rozwoju zwierzęcia witaminę B<sub>12</sub> i hormony, co wykazały nasze wcześniejsze badania [7], a obrazuje Tabela 2.

**Tabela 2.** Średnie zawartości hormonów i witaminy B<sub>12</sub> w komórkach wolfii bezkorzeniowej (wartości średnie ± SD; n = 5)

**Table 2.** Concentration of hormones and cyanocobalamin in biomass of *Wolffia arrhiza* (mean ± SD; n = 5)

Związek	Zawartość w 1 g biomasy wolfii
Estradiol	18,00±0,03 pg
Testosteron	0,60±0,02 μg
Folitropina	0,26±0,01 mIU
Tyreotropina	0,14±0,06 μIU
Trijodotyronina	2,30±0,09 μg
17-hydroksyprogesteron	0,90±0,04 μg
Witamina B <sub>12</sub>	>40000 pg

Obecna w komórkach wolfii tyreotropina stymuluje biosyntezę białka i uwalnianie hormonów tarczycy, które oddziałując na hormony wzrostu przyspieszają rozwój młodych ryb. Bogactwo witaminy B<sub>12</sub> gwarantuje prawidłową erytropoezę i syntezę hemoglobiny aktywując kwas foliowy. Żeński hormon estradiol stymuluje rozwój narządów rozrodczych, kontroluje cykl menstruacyjny i ruję. U ptaków hormon ten stymuluje też syntezę białek. Synergistycznie z estradiolem działa progesteron. Folitropina reguluje dojrzewanie pęcherzyków Graafa i wzmacnia w nich syntezę estrogenów. U samców hormon ten stymuluje spermatogenezę. U ssaków, ptaków, płazów i ryb rozwój wtórnych cech płciowych i spermatogenezę stymuluje też testosteron [2,3]. Podanie z karmą „dodatkowej” dawki hormonów przyspiesza więc rozwój i dojrzewanie płciowe ryb.

### WNIOSKI

Poczynione obserwacje akwariowych hodowli ryb i wykonane analizy ścieków, na których hodowano wolfię, pozwalają wnioskować, że wolfia skutecznie uczestniczy w procesie oczyszczania wód i jest doskonałą karmą dla zwierząt, przyspieszającą wzrost i gwarantującą liczne ich potomstwo.

### PIŚMIENNICTWO

1. **Fujita M., Mori K., Toshiki K.:** Nutrient removal and starch production through cultivation of *Wolffia arrhiza*. Jour. of Biosc. and Bioeng., 87, 2, 194-198, 1999.
2. **Harborne J.B., Barberan F.A.T.:** Ecological chemistry and biochemistry of plant terpenoids. Oxford Sci. Publ., 264-286, 1991.
3. **Harborne J.B.:** Ekologia biochemiczna, Warszawa, PWN, 1997.
4. **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geolog., Warszawa, 1993.
5. **Mical A.H., Krotke A., Święcicka I., Grudzień B.:** Biologia i możliwości adaptacyjne wolfii bezkorzeniowej. Kosmos, 46, 2, 283-290, 1997.
6. **Mical A.H., Krotke A.:** Wolfia bezkorzeniowa (*Wolffia arrhiza*) w roślinnym oczyszczaniu ścieków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., Warszawa, 458, 423-430, 1998.
7. **Mical A.H., Kroke A., Wysocka-Czubaszek A.:** The occurrence of steroid, protein and amino acid hormones and cyanocobalamin in *Wolffia arrhiza* (L) Wimm. (*Lemnaceae*) and the potential of its adaptability to various environmental conditions. Acta Hydrobiol., 3/4 (42), 257-262, 2000.
8. **Mical A.H., Krotke A., Sulewska A.:** Zmiany niektórych wskaźników biochemicznych u wolfii bezkorzeniowej hodowanej na ściekach. Gosp. Wodna, 5, 182-184, 2000.

9. **Reddy R.K., De Busk F.W.:** Nutrient removal potential of selected aquatic macrophytes. *J. Environ. Qual.*, 14, 459-462, 1985.
10. **Sculthorpe C.D.:** *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. Edward Arnold (Publisher) Ltd., London, 25-32, 1967.
11. **Świdzińska M.** (red.) *Wielka Encyklopedia Przyrody, Rośliny kwiatowe*, t. 2. Muza S. A., Warszawa, 537-539, 1998.
12. **White S.L., Wise R.R.:** Anatomy and ultrastructure of *Wolffia columbiana* and *Wolffia borealis*, two nonvasculare aquatic angiosperms. *Int. J. Plant Sci.*, 159 (2), 297-304, 1998.

## ORGANIC COMPOUNDS IN WATER AND THE EXTENSION OF *WOLFFIA ARRHIZA* AND FISHCULTURE

*A. H. Mical, S. Płonowski*

Institute of Biology, University of Białystok  
ul. Świerkowa 20B, 15-950 Białystok

Summary. *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. (*Lemnaceae*) taken up organic and nonorganic compounds, clarify water, and influence the number and biodiversity of plankton. Because of a high level of metabolic compounds, the importance of *W. arrhiza* as a fish nourishment is increasing. The rate of the growth of the fish feed on *W. arrhiza* is higher. *W. arrhiza* ripen the to pubescence of fishes and has an effect on the number of their young.

Key words: *Wolffia arrhiza*, hormones, raw sewage, *Poecilla reticulata*.