

Instytut Biologii
Zakład Zoologii Bezkręgowców

WPLYW WARUNKÓW TLENOWYCH NA CZAS TRWANIA FAZY
Z OTWARTĄ MUSZLĄ *DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS, 1771)

THE INFLUENCE OF OXYGEN CONCENTRATION ON OPEN SHELL
PHASE DURATION IN *DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS, 1771)

ARNOLD DROZDOWSKI, LESZEK WASIELEWSKI,
RYSZARD WIŚNIEWSKI

Synopsis. The results of investigations on oxygen concentration influence on the duration of open shell phase in *Dreissena polymorpha* are presented. Registration of shell activity was conducted in two different oxygen conditions. The first one was constant and reached up to 90% of saturation. The second changed during experiment from 90% to 15% as the result of *Dreissena polymorpha* respiration. In both series of experiment the opened valves phase prevailed during the time of registration. Long-term (72 h) observations of *D. polymorpha* individuals did not show any endogenous circadian rhythm or any regular patterns of shell activity.

Racicznica zmienna (*Dreissena polymorpha* (Pall.)) należy do jednych z najbardziej rozpowszechnionych małży europejskich wód słodkich i słonawych. Gatunek ten występuje w licznych polskich jeziorach mezotroficznych i eutroficznych w bardzo dużej liczebności i biomacie. Jego zagęszczenie w litoralu i górnej części sublitoralu wymienionych akwenów może dochodzić do kilku, a nawet do kilkunastu tysięcy osobników na 1 m² powierzchni dna, zaś sucha masa wraz z muszlą przypadającą na tę samą powierzchnię osiąga kilkaset gramów (Lewandowski, 1982, 1983; Stańczykowska 1964, 1977, 1983). Znacznie wyższą liczebność niż we wspomnianych jeziorach stwierdzono w zbiornikach zaporowych i zalewach, gdzie spotykano nawet sto tysięcy okazów na 1 m² powierzchni dna (Wiktor, 1963). Działalność racicznicy zmiennej w biocenozach wodnych ma znaczący wpływ na różne procesy zachodzące w omawianych akwenach. Gatunek ten bowiem wykazuje ogromne zdolności filtracyjne (Lewandowski, 1983; Stańczykowska 1977) co w konsekwencji powoduje przyspieszenie obiegu materii w zbiorniku wodnym (Stańczykowska 1977, 1983), ponadto uczestniczy w procesach dnotwórczych (Wiktor 1963) oraz przyczynia się do oczyszczania

akwenów (Richter 1986). Należy nadmienić, że małż ten stanowi obfitą bazę pokarmu dla ryb bentosożernych i ptactwa wodnego (Stanczykowska 1977). Do pełniejszej charakterystyki tego gatunku można jeszcze dodać unikatową, jak na słodkowodnego małża, biologię. W jego rozwoju osobniczym bowiem występuje wolnożyjąca larwa typu *veliger*, a ponadto gatunek ten ma zdolność wytwarzania nici bisiorowych, którymi zwierzę przytwierdza się do wszelkich twardych przedmiotów podwodnych. Wszystko to sprawia, że racicznica budzi niesłabnące zainteresowanie licznych badaczy. Mimo, że bibliografia dotycząca tego mięczaka jest bogata (według Stanczykowskiej 1977 do roku 1963 liczyła ona około 1180 prac), to jednak daje się zauważyć niewątpliwe braki badań w takich dziedzinach jak anatomia, histologia, embriologia i fizjologia. Znacznie lepiej przedstawia się poziom wiedzy w wymienionych dziedzin dotyczący innych gatunków małży mających znaczenie gospodarcze (De Bruin, Davids 1970; Famme in., 1981; McMahon, Williams 1984; Schiedek Zebe 1987; Wilson 1985; Zandee in., 1986).

Zasadnicze znaczenie dla procesów życiowych *Dreissena polymorpha* (Pall.) ma efektywny czas trwania fazy z otwartą muszlą warunkujący oddychanie i odżywianie. Częstotliwość otwierania i zamykania obu połówek muszli, a także ewentualna cykliczność tego zjawiska może być efektem naturalnego endogennego rytmu metabolicznego, lub odpowiedzią na zmiany czynników środowiskowych. Naszym celem było zatem dorzucenie nieco danych o wpływie warunków tlenowych na rytmikę wspomnianego procesu. W badaniach tych wykorzystano interface własnej konstrukcji do komputera Spectrum, które umożliwiło ciągłą rejestrację wymienionego procesu jednocześnie u kilku okazów przez dostatecznie długi okres (Stankiewicz, Wiśniewski, Tomaszewski 1989). Zastosowany program w języku BASIC umożliwił rejestrowanie omawianej aktywności badanego małża w ciągu 4, 6 lub 24 godzin dla 1 lub 4 okazów równocześnie.

Zastosowanie przyrządów do nieprzerwanej obserwacji otwierania i zamykania muszli małży nie jest nowym problemem badawczym. Zajmowano się nim już w latach dwudziestych obecnego stulecia (Gartkiewicz 1922), a niewykluczone, że nawet wcześniej. Najprostszy sposób rejestracji omawianego procesu polega na przytwierdzeniu jednej części muszli do twardego podłoża i połączenie drugiej połowy z kimografem. Ulepszoną wersję tej metody opisał Cymborowski (1984). Obie te metody wykazują kilka zasadniczych wad. Po pierwsze, badane okazy były sztucznie unieruchomiane, po drugie, do każdego osobnika potrzebny był oddzielny zestaw pomiarowy i wreszcie, w przypadku aparatu Gartkiewicza nie było możliwości regulacji amplitudy pisaka. W ostatnich latach pojawiło się pięciokanałowe urządzenie niezależnego badania rozwierania muszli, którego zasada działania oparta jest na konduktometrii (Tjurin, Karpienko 1985). Aparatura ta jest masywna

i skomplikowana, co sprawia, że nadaje się ona raczej do wykorzystywania w warunkach laboratoryjnych. Wydaje się zatem, że zastosowany przez nas zestaw rejestrujący w pełni odpowiada wymaganiom stawianym dla prowadzonych badań.

Okazy *Dreissena polymorpha* (Pall.) przeznaczone do eksperymentu zebrano w zbiorniku zaporowym koło Włocławka. Następnie przechodziły one kilkudniowy okres aklimatyzacji, w czasie którego raz na 8 dni podawano do hodowli zawiesinę sporządzoną ze sproszkowanych glonów *Spyrogyra* oraz żywą masę pokarmową zebraną ze ścianek akwarium. Do obu połówek muszli badanych osobników przyklejano połączane blaszki, do których z kolei przylutowano przewód izolowany połączony z aparaturą rejestrującą (rysunek). Wspomniane blaszki stykały się ze sobą tylko przy szczelnie zamkniętej muszli, natomiast przy otwarciu skorupki następowało rozwarcie blaszek, co w aparaturze pomiarowej sygnalizowało otwarcie muszli. Te sygnały były rejestrowane przez komputer, a także można je było zapisać na dyskietce, lub na taśmie magnetofonowej. Rejestrację badanej aktywności małży prowadzono jednocześnie w dwóch różnych warunkach: część doświadczeń prowadzono przy stałym nasyceniu środowiska tlenem wynoszącym 90%, zaś drugą serię osobników umieszczano w naczyniach, w których zawartość tlenu w wodzie, w czasie trwania eksperymentu, malała od około 90% do 15%, w miarę zużycia go przez racicznice (tab. 1). W tych ostatnich naczyniach powierzchnię wody pokrywano 5 mm warstwą olejku parafinowego dla uniemożliwienia dyfuzji tlenu atmosferycznego do wody. Do aparatury pomiarowej podłączano każdorazowo cztery okazy. Dwa z jednej serii i dwa z drugiej. Jednoczesne prowadzenie doświadczenia eliminowało ewentualne różnice warunków eksperymentu. Rejestracją objęto po 8 okazów z dwóch wymienionych serii, przy czym przeważnie eksperyment trwał 170 godzin. Ze względów technicznych jednak obserwacje i przerwa między nimi trwały po 24 godziny. Badane małże miały przybliżoną masę ciała. Pozwoliło to na zachowanie, we wszystkich naczyniach, jednakowego stosunku biomasy do objętości wody.

Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że małże z obu badanych serii miały przez większość czasu trwania eksperymentu rozchylone obie połowki muszli. Czas otwarcia skorupki, wyrażony w procentach, dla serii okazów z wodą o stałym nasyceniu tlenem wahał się w granicach od 99,9% do 23,7%, zaś dla drugiej grupy osobników o malejącym utlenieniu środowiska od 100% do 29,7% (tab. 2). Długotrwałe obserwacje osobników *Dreissena* nie ujawniły jakiegokolwiek prawidłowości procesu otwierania i zamykania muszli zarówno w ciągu doby, jak i dla okresów kilkudniowych. Nie zarejestrowano również wyraźnej zależności tego zjawiska od stopnia nasycenia środowiska tlenem. Można jednak wskazać na nieznaczne obniżenie czasu otwarcia muszli u osobników przebywających w środowisku o spadającym nasyceniu tlenem w porównaniu do analogicznego zjawiska u małży badanych w warunkach

pełnego natlenienia wody. Ponieważ wspomniane zjawisko obserwowano głównie w końcowym okresie eksperymentu, a zwłaszcza w piątej dobie doświadczenia, toteż można przypuszczać, że wynikało ono z przedłużającego się czasu głodówki osobników, lub postępującego wzrostu stężenia w wodzie produktów przemiany materii i innych substancji wydzielanych przez małże. Z naszych obserwacji wynika, że warunki tlenowe nie mają większego wpływu na rytmikę otwierania i zamykania muszli racicznicy. Należy jednak nadmienić, że przeprowadzone badania nad tym zagadnieniem na innych gatunkach (Saleńka cyt. za Cymborowskim, 1984) doprowadziły do przeciwnych wniosków. Przyczyna tych rozbieżności zapewne nie tkwi w specyficznych właściwościach gatunków, lecz może wynikać z braku rejestracji stanów przymknięcia obu połówek muszli. Rejestracją objęto bowiem tylko dwa stany osobników: o skorupkach ściśle zamkniętych i otwartych. A przecież gdy obie połówki muszli nie przylegają ściśle do siebie, to wówczas wmontowane w nie blaszki są rozchylone, co sprawia, że aparatura pomiarowa sygnalizuje otwarcie konchy chociaż zwierzę tylko w minimalnym stopniu może pobierać natlenioną wodę. Małże w takim stanie, pod względem czynnościowym, należy uznać za nieaktywne.

Reasumując należy nadmienić, że dla zadawalającego wyjaśnienia omawianego zagadnienia niezbędne jest podjęcie dalszych badań, stosując udoskonalone urządzenie rejestrujące.

LITERATURA

1. Cymborowski B., 1984, Zegary biologiczne — PWN Warszawa.
2. De Bruin J.P.C., Davids C., 1970, Observations on the rate of water pumping of the freshwater mussel *Anodonta cygnea zellensis* (Gmelin), Netherlands Journal of Zoology 20 (3): 380—391.
2. Famme P., 1980, Effect of shell valve closure by the mussel *Mytilus edulis* L. on the rate of oxygen tension, Comp. Biochem. Physiol. 67 A: 167—170.
4. Famme P., Knudsen J., Hansen E. S., 1981, The effect of oxygen on the aerobic — anaerobic metabolism of the marine bivalve, *Mytilus edulis* L., Marine Biology Letters 2: 345—351.
5. Gartkiewicz S., 1922, O oddychaniu szczeżui (*Anodonta* sp.) w stanie czynnościowym i spoczynkowym (snu), Archiwum Nauk Biologicznych Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, 1 (17): 1—24.
6. Lewandowski K., 1982, O zmiennej liczebności małża *Dreissena polymorpha* (Pall.), Wiadomości ekologiczne 28 (2): 141—154.

7. Lewandowski K., 1983, Occurrence and filtration capacity of young plant — dwelling *Dreissena polymorpha* (Pall.) in Majcz Wielki Lake, Pol. Arch. Hydrobiol. 30 (3): 225—262.
8. McMahon R. F., Williams C. J., 1984, A unique respiratory adaptation to emersion in the introduced Asian freshwater clam *Corbicula fluminea* (Müller) (Lamellibranchia : Corculacea), Physiol. Zool. 57 (2): 274—279.
9. Richter A. F., 1986, Biomanipulation and its feasibility for water quality management in shallow eutrophic water bodies in the Netherlands, Hydrobiological Bulletin 20 (1/2): 165—172.
10. Schiedek D., Zebe E., 1987, Functional and environmental anaerobiosis in the razor — clam *Ensis directus*, Marine Biology 94: 31—37.
11. Stańczykowska A., 1964, On the relationship between abundance, aggregations and „condition” of *Dreissena polymorpha* Pall. in 36 mazurian lakes, Ekologia Polska 12: 653—690.
12. Stańczykowska A., 1977, Ecology of *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia) in lakes, Pol. Arch. Hydrobiol. 24/4: 461—530.
13. Stańczykowska A., 1983, Małże a eutrofizacja wód, Wiadomości ekologiczne 29 (2): 127—129
14. Stankiewicz M., Wiśniewski R., Tomaszewski R., 1989, Pomiary aktywności u małży, Międzynarodowe Sympozjum Chronobiologii. Streszczenie referatów, Kraków.
15. Tjurin A. N., Karpjenko A. A., 1985, Mnogokanalnoje ustrojstwo dlja dlitjelnogo issledowanija dwigatjelnoj aktiwnosti moljuskow w jestjestwjennych i akwarialnych usłowiach, Zoologičzeskij žurnal 64 (6): 927—931.
16. Wiktor J., 1963, Research on the ecology of *Dreissena polymorpha* Pall. in the Szczecin Lagoon, Ekologia Polska 11.
17. Wilson J. G., 1985, Oxygen consumption of *Tellina fabula* Gmelin in relation to temperature and low oxygen tension, Soosiana 13: 27—32.
18. Zandee D. I., Holwerda D. A., Kluytmans J. H., De Zwaan A., 1986, Metabolic adaptations to environmental anoxia in the intertidal bivalve mollusc *Mytilus edulis* L. Netherlands Journal of Zoology 36 (3): 322—343.

SUMMARY

The results of investigations on oxygen concentration influence on the duration of opened shell phase in *Dreissena polymorpha* are presented.

An originally constructed microcomputer interface and program written in BASIC allowed continuous recording of shell activity in four mussels simultaneously.

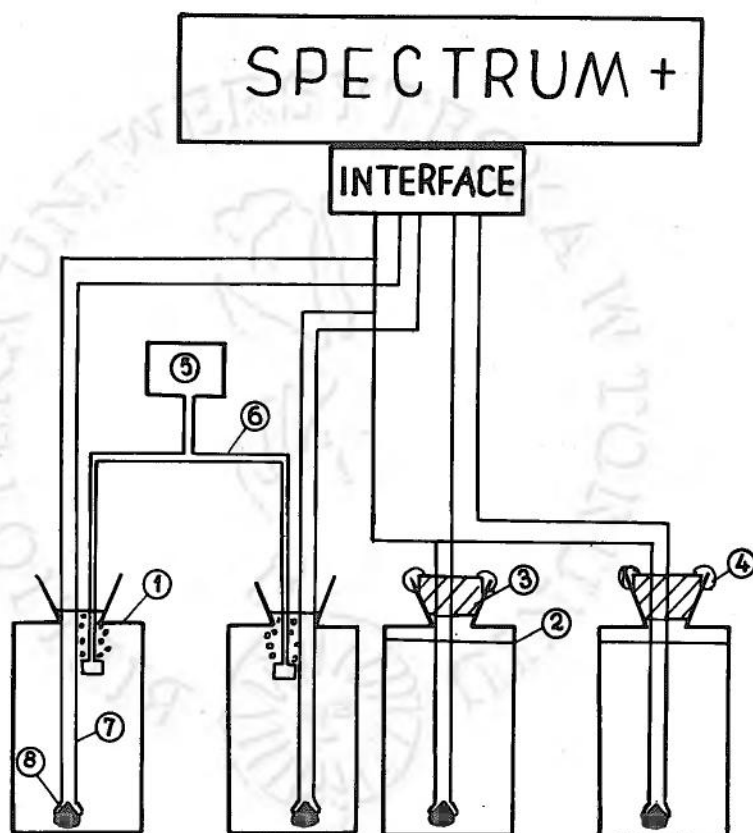
Two plates connected to interface were glued to both valves of individuals selected with respect to size.

Connecting and disconnecting of plates which corresponded to closing and opening of valves were recorded and stored in memory by microcomputer.

Registration of shell activity was conducted in two different oxygen conditions. The first one was constant and reached up to 90% of saturation. The second changed during experiment from 90% to 15% as the result of *Dreissena polymorpha* respiration.

It was shown that in both series of experiment the opened valves phase prevailed during the time of registration.

Long-term (72 h) observations of *D. polymorpha* individuals did not show any endogenous circadian rhythm or any regular patterns of shell activity.



Rys. Schemat zestawu rejestrującego

1 — naczynie szklane, 2 — warstwa olejku parafinowego, 3 — korek gumowy, 4 — wosk,
5 — pompa natleniająca, 6 — wężyk gumowy, 7 — przewód izolowany, 8 — małż

Fig. Scheme of registration set

1 — glass vessel, 2 — layer of paraffine oil, 3 — rubber stopper, 4 — wax, 5 — aeration
pump, 6 — rubber tube, 7 — insulated conductor, 8 — mussel

Tabela 1

Dane liczbowe o nasyceniu wody tlenem w miarę zużycia go przez racicznice w czasie trwania eksperymentu

Table 1

Changes of water oxygen saturation during the experiment caused by *D. polymorpha* respiration

Czas trwania eksperymentu podany w godzinach Duration of experiment in hours	Procentowe nasycenie wody tlenem Water oxygen saturation (in %)	
	Próbka I Sample I	Próbka II Sample II
0	91,7	86,6
24	58,3	60,5
48	36,3	32,2
72	28,7	27,3
96	21,1	21,6
120	19,8	16,6
146	16,2	14,8
170	15,1	13,3

Tabela 2

Dane o czasie trwania fazy z otwartą muszlą u okazów racicznic wyrażony w procentach

Table 2

The relative duration of opened-shell phase in *D. polymorpha* (in %)

	Okresy rejestracji otwarcia muszli podane w godzinach Periods of registration of opened/closed-shell phase			
	0—24	48—72	96—120	146—170
Okazy z serii o stałym natlenieniu wody Experiment series with constant oxygen saturation of water	99,6	96,4	75,1	56,3
	99,9	94,9	81,2	23,7
	90,3	65,4	93,1	95,6
	99,2	95,8	90,6	98,6
Okazy z serii o malejącym natlenieniu wody Experiment series with decreasing oxygen saturation of water	87,5	98,4	36,2	47,4
	99,7	47,4	47,9	29,7
	99,0	45,2	30,6	100,0
	97,9	98,9	37,8	48,1