

ACTA HYDROBIOL.	15	4	437—442	KRAKÓW 1973
-----------------	----	---	---------	-------------

JANUSZ STARMACH

Zużycie tlenu oraz liczba erytrocytów krwi obwodowej u trzech populacji ślizów (*Nemachilus barbatulus* L.)

Oxygen consumption and number of erythrocytes in the peripheral blood in three stone loach (*Nemachilus barbatulus* L.) populations

Mémoire présenté le 7 mai 1973 dans la séance de la Commission Biologique de l'Académie Polonaise des Sciences, Cracovie

Abstract — Oxygen conditions and the number of erythrocytes in the peripheral blood were investigated in „good” (8.37 mg O₂/l) and „bad” (1.14 mg O₂/l) oxygen conditions in stone loach living in a montane, submontane, and lowland river. It was established that the examined fish populations from waters characterized by different oxygenation of the water, in spite of acclimatization in aquaria to equivalent oxygen conditions, show differences in the normal oxygen consumption and in the increasing number of erythrocytes in the peripheral blood after being transferred into „bad” conditions.

It may thus be assumed, in the case of the three examined stone loach populations, that the oxygen consumption and the percentage of increase in the erythrocyte count are genetically conditioned.

Materiał i metoda

Śliz (*Nemachilus barbatulus* L.) występuje w całej Europie z wyjątkiem południowej Hiszpanii, Grecji, środkowych i południowych Włoch, Norwegii, środkowej i północnej Szwecji oraz północnej Szkocji. Nie ma go w zlewisku Oceanu Lodowatego Północnego, natomiast w południowo-wschodniej Europie żyje w całym zlewisku Morza Czarnego i Kaspijskiego. Zamieszkuje on zarówno wody górskie, jak i nizinne, płynące i stojące, o dnie kamienistym, żwirowatym, piaszczystym i mulistym, wody zimne i ciepłe, czyste oraz zanieczyszczone ściekami organicznymi (Smyly 1955).

Tabela I. Normalne zużycie tlenu oraz liczba i powierzchnia erytrocytów w "dobrych" i "złych" warunkach tlenowych
 Table I. Normal oxygen consumption, number and superficies of erythrocytes in "good" and "bad" oxygen conditions

Nazwa rzeki Name of river	Liczba ryb Number of fish	Normalne zużycie tlenu w temp. 19,3°C w mg/godz/1 g ciężaru Normal oxygen consumption at temp. of 19,3°C in mg/h of 1 g weight	Erytrocyty Erythrocytes						Dodatkowa liczba erytrocytów w "złych" warunkach tlenowych Additional number of erythrocytes in "bad" oxygen conditions	
			"Dobre" warunki tlenowe średnio 91,27 % w For'a (8,37 mg O ₂ /l) "Good" oxygen conditions average 91,27 % according to Fox (8,37 mg O ₂ /l)		"Złe" warunki tlenowe średnio 12,33 % w For'a (1,14 mg O ₂ /l) "Bad" oxygen conditions average 12,33 % according to Fox (1,24 mg O ₂ /l)		Średnia liczba erytrocytów w mln/mm ³ Mean number of erythrocytes in mln/cu mm	Średnio Hb g/100 ml Average Hb g/100 ml		Ogólna powierzchnia erytrocytów w mm ² /mm ³ Total superficies of erythrocytes in sq mm/cu mm
			Średnia liczba erytrocytów w mln/mm ³ Mean number of erythrocytes in mln/cu mm	Średnio Hb g/100 ml Average Hb g/100 ml	Ogólna powierzchnia erytrocytów w mm ² /mm ³ Total superficies of erythrocytes in sq mm/cu mm	W tysiącach /mm ³ Thousand /cu mm				
Mszanka	30	0,495	2,023	8,90	1013179	2,670	10,50	1337216	647	31,98
Rába	30	0,325	1,820	8,83	920082	2,300	9,65	1162742	490	26,37
Gzsi	30	0,295	2,152	8,16	1040621	2,404	9,63	1162478	252	11,71

W związku z szerokimi granicami rozmieszczenia tego gatunku nasu-
nęło się pytanie, czy poszczególne populacje ślizów różnią się między sobą
przystosowaniem organizmu do odmiennych warunków tlenowych, jakie
napotykają w miejscach swego występowania.

Założeniem pracy było zbadanie, jakie jest normalne zużycie tlenu
oraz liczba erytrocytów krwi obwodowej w „dobrych” i w „złych” wa-
runkach tlenowych u populacji ślizów żyjących w rzekach górskich i ni-
zinnych. Do badań wybrano więc trzy populacje ślizów. Pierwszą z gór-
skiego potoku Mszanka, dopływu rzeki Raby, o średnim spadku 19‰
i dnie wyścielonym czystymi, wymytymi przez prąd wody kamieniami.
Drugą z odcinka Raby powyżej ujścia potoku Mszanka, mającego charak-
ter podgórski i o dnie wyścielonym kamieniami silnie porośniętymi glona-
mi i częściowo zamulonymi, o spadku jednostkowym 6‰. Trzecią z typo-
wego nizinnego potoku Gzel, dopływu Rudy, którego spadek wynosi
0,75‰, a dno jest mulisto-piaszczyste.

Ryby odłowione w wyżej wymienionych rzekach poddano 10-dniowej
aklimatyzacji w akwariach o podobnych warunkach temperatury, natle-
nienia i składu chemicznego wody. W celu uniknięcia różnic w zużyciu
tlenu i liczbie czerwonych ciałek krwi obwodowej spowodowanych ak-
tywnością dobową i trawieniem ryby badano zawsze o tej samej porze
dnia i po 24-godzinnej przerwie w żywieniu.

Zużycie tlenu zmierzono w respirometrze przepływowym. Krew do
analizy pobierano z żyły podogonowej. Do pomiaru hemoglobiny używano
hemometru Sahliego, do obliczania zaś liczby czerwonych ciałek krwi
komory Bürkera. Powierzchnię erytrocytów obliczono na podstawie po-
miarów czerwonych ciałek barwionych metodą May-Grünwald Giemsy.

Omówienie wyników

Największe zużycie tlenu w przeliczeniu na 1 godzinę i na 1 gram
ciężaru ciała mają ryby z górskiego potoku Mszanka. Zużywają one
o 0,170 mg tlenu więcej od ślizów z rzeki Raby i o 0,200 mg więcej od
ślizów z potoku Gzel (tabela I). Pomimo różnic w zużyciu tlenu ryby
wszystkich badanych populacji doskonale znoszą niską koncentrację tle-
nu w wodzie. Przy 1,14 mg O₂/l (12,33‰ nasycenia wody tlenem) poza
wzmocnionymi ruchami oddechowymi nie zauważono u nich żadnego za-
niepokojenia. W ciągu dnia leżały one spokojnie na dnie, a w czasie go-
dzin wieczornej i nocnej aktywności normalnie żerowały i pływały po
całym akwarium. Podobne zachowanie się ryb w „złych” warunkach tle-
nowych jak w „dobrych” jest przypuszczalnie wynikiem wprowadzenia
do krwi obwodowej odpowiedniej dla wyrównania powierzchni oddecho-
wej krwi ryb należących do poszczególnych populacji, dodatkowej liczby

erytrocytów z zapasów znajdujących się w śledzionie (T o p f 1955). Ryby z potoku Mszanka zwiększają bowiem liczbę erytrocytów o 31,98⁰/₀ (647 000), z rzeki Raby o 26,37⁰/₀ (480 000), a z potoku Gzel tylko o 11,71⁰/₀ (252 000) (tabela I). Według S h e p a r d a (1955), S t r o g a n o v a (1962), O s t r o u m o v e j (1964), P r o s s e r a i współaut. (1967) oraz innych autorów zwiększenie się liczby erytrocytów jest najważniejszym czynnikiem pozwalającym na szybkie przystosowanie się ryb do niskiej zawartości tlenu w wodzie.

Możliwość zwiększania w trudnych warunkach tlenowych liczby czerwonych ciałek prawdopodobnie zależy od właściwości genetycznych organizmu, czego przykładem mogą być blisko spokrewnione dwa gatunki głowaczy żyjące w rzekach górskich, *Cottus poecilopus* i *Cottus gobio* (S t a r m a c h 1970), z których pierwszy zwiększa w „złych” warunkach tlenowych liczbę erytrocytów tylko o 16,6⁰/₀, a natomiast drugi w podobnych warunkach tlenowych aż o 101,3⁰/₀.

Ślize w miejscach swego występowania natrafiają na różne warunki termiczne i tlenowe, do których lokalne ich populacje muszą się zaadaptować. Znane są przypadki, że populacje tego samego gatunku po pewnym przystosowaniu mogą żyć w całkowicie odmiennych warunkach środowiska. Larwy leszczy według B e l y j a (1970) rozwijają się zarówno dobrze w ciepłych przybrzeżnych partiach jezior, jak również na ich dnie, przyswajając się do tego stopnia do warunków otoczenia, że z fotofilnych stają się fotofobne, co pociąga za sobą całkowitą zmianę ich zachowania.

Jak wiadomo, morfologia, fizjologia i behavior danego organizmu mogą być różne w odmiennych środowiskach. Środowisko bowiem oddziałując przez naturalną selekcję najlepiej przystosowanych organizmów, przy pewnej izolacji terytorialnej może wykształcić najkorzystniejsze dla rozwoju danej populacji cechy przekazywane następnie dziedzicznie. Ślize prawdopodobnie mają duże możliwości przystosowania się do odmiennych warunków zewnętrznych, panujących w rzekach górskich i nizinnych. Na podstawie rozwoju ich larwalnych narządów oddechowych można sądzić, że zajmują one pośrednie stanowisko w rodzinie *Cobitidae* (S t a r m a c h 1966), podzielonej przez K r y ż a n o v s k i e g o (1949), ze względu na ekologię rozrodu na dwie podrodziny, *Nemachilini*, rozradzającą się w zimnych, dobrze natlenionych wodach i *Cobitini*, których rozwój przebiega w ciepłych wodach, często przy niskiej zawartości tlenu.

Można więc przypuszczać, że w przypadku badanych trzech populacji ślízów zużycie tlenu oraz procent zwiększenia liczby czerwonych ciałek krwi są uwarunkowane genetycznie. Ryby te bowiem, mimo aklimatyzacji do podobnych warunków zewnętrznych, wykazały w badaniach pewne różnice odpowiadające ich naturalnemu środowisku. Oczywiście obserwacje te będą wymagały jeszcze potwierdzenia z innych rzek w Polsce, różniących się warunkami fizjograficznymi.

SUMMARY

The oxygen consumption and the number of erythrocytes in the peripheral blood were investigated in „good” (8.37 mg O₂/l) and „bad” (1.14 mg O₂/l) oxygen conditions in stone loach (*Nemachilus barbatulus* L.) living in a montane (Mszanka), submontane (Raba), and lowland (Gzel) river. It was established that this fish, in spite of acclimatization to equivalent oxygen conditions carried out in aquaria, differ from one another in normal oxygen consumption and increase in the peripheral blood erythrocyte count in „bad” oxygen conditions.

The highest oxygen consumption was established in fish from the stream Mszanka, as they consumed by 0.170 mg O₂ per hour and 1 gr weight more than stone loach from the River Raba and by 0.200 mg more than those from the stream Gzel (Table I). In spite of the differences in oxygen consumption, the fish of the three examined populations tolerate well a low oxygen concentration in the water. This is most probably the result of introducing an additional number of erythrocytes into the peripheral blood for equalization of the respiration superficies of the blood in fish belonging to individual populations. Fish from the stream Mszanka increase the erythrocyte count by 31.98 per cent, from the Raba by 26.37 per cent, and from the stream Gzel by only 11.71 per cent (Table I).

It may thus be supposed that in the case of the examined stone loach populations the oxygen consumption and the percentage increase in the number of erythrocytes in the peripheral blood are genetically conditioned. These observations, will of course, require confirmation from other Polish rivers differing in physiological conditions.

REFERENCES

- Belyj N. D., 1970. Biologija lešča na rannich stadijach razvitija v uslovijah glubokovoja. Vopr. Ichtiol., 10, 1047—1056.
- Kryžanovskij S. G., 1949. Ekologo-morfologičeskie zakonomernosti razvitija karpovych vjunovych i somovych ryb (*Cyprinoidei* i *Siluroidei*). Trudy Inst. Morf. Životn., 1.
- Ostroumova I. N., Sostojanie krovi foreli pri adaptacii k raznym usluvijam kislorodnogo i solevogo režima vody. Izv. Gos. Inst. Ozer. i Rečn. Rybn. Chozj., 58, 27—36.
- Prosser C. L., L. M. Barr, R. D. Pinc, C. Y. Lauer, 1967. Acclimation of gold fish to low concentrations of oxygen. *Physiol. Zool.*, 30, 137—141.
- Shepard M. P., 1955. Resistance and tolerance of young speckled trout (*Salvelinus fontinalis*) to oxygen lack, with special reference to low oxygen acclimation. *J. Fish Res. Bd Canada*, 12, 387—446.
- Smyly W. J. P., 1955. On the biology of the stone-loach *Nemachilus barbatulus* L. *J. Anim. Ecol.*, 24, 167—186.
- Starmach J., 1966. Rozród oraz rozwój embrionalny i larwalny u śliza (*Nemachilus barbatulus* L.) — Über Fortpflanzung und Entwicklung der Bartgrundel (*Nemachilus barbatulus* L.) während der Embryonal- und Larvalperiode. *Acta Hydrobiol.*, 8, 111—122.
- Starmach J., 1970. The number of erythrocytes in the blood of *Cottus poecilopus* Heckel and *Cottus gobio* L. *Acta Biol. Cracov.* 13, 234—249.

Stroganov N. S., 1962. Ekologičeskaja fiziologija ryb. Moskva, Izd. Mosk. Univ.
Topf W., 1955. Die Blutbildung und die Blutbildungsstätten beim Karpfen. Ztschr.
Fisch., 4, 257—287.

Adres autora — Author's address

dr hab. Janusz Starmach

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, 31-016 Kraków, ul. Sławkowska 17