

RAJMUND JAN WIŚNIEWSKI
Zakład Hydrobiologii
Instytutu Ekologii PAN
Dziekanów Leśny k. Warszawy

Introdukcje bezkręgowców do wód śródlądowych i ich perspektywy w Polsce

Introduction of invertebrates into inland waters and their perspectives in Poland

1. Wstęp

Intensywny rozwój licznych gałęzi gospodarki narodowej eksploatujących zasoby wodne, regulacje i zabudowa hydrotechniczna rzek, zmiany fizykochemicznych charakterystyk wód powierzchniowych powodują powstawanie nowych jakościowo biotopów i w następstwie przekształcanie istniejących biocenoz wodnych. Konsekwencją tych przemian bywa naruszenie skomplikowanej struktury powiązań trofologicznych, dające często niepożądane efekty uniemożliwiające racjonalne i zgodne z potrzebami wykorzystanie wód.

Jedną z szans usuwania niekorzystnych skutków zakłóceń w funkcjonowaniu biocenoz wodnych daje inżynieria ekologiczna ekosystemów a zwłaszcza przedsięwzięcia związane z kierunkowym kształtowaniem układów biologicznych w jakościowo nowych biotopach.

Kapitałnym przykładem takiej działalności są introdukcje bezkręgowców do środowisk wodnych, realizowane obecnie głównie pod kątem potrzeb intensywnej gospodarki rybackiej. Zabiegi te od lat prowadzone są z mniejszym lub większym natężeniem i z niejednakowym powodzeniem w różnych częściach świata, jednak prawdziwy ich rozkwit nastąpił w ostatnim trzydziestoleciu w Związku Radzieckim. Interesujące rezultaty tych przedsięwzięć przeprowadzanych w wodach śródlądowych na wielką skalę i często kończących się pomyślnie, zasługują na omówienie i skłaniają do zastanowienia się nad celowością i perspektywami prowadzenia podobnych zabiegów w Polsce.

2. Przyczyny i cele introdukcji bezkręgowców wodnych w ZSRR

Jednym z głównych zadań stojących przed hydrobiologami radzieckimi jest opracowanie metod działania zmierzających do poprawy sytuacji w zakresie gospodarki rybackiej.

Rybactwo na wodach śródlądowych ZSRR: jeziorach, rzekach i zbiornikach zaporowych jest jedyną gałęzią gospodarki narodowej, w której produkcji nie zanotowano postępu w stosunku do stanu istniejącego w carskiej Rosji mimo wielu przedsięwzięć, takich jak ochrona zasobów rybnych i racjonalne ich wykorzystanie, zwiększenie powierzchni wód eksploatowanych przemysłowo, hodowla i zarybianie zbiorników wartościowymi gatunkami ryb, introdukcja cennych gatunków ryb, zabiegi techniczno-melioracyjne w zbiornikach itd. W roku 1910 połowy ryb w rzekach i jeziorach Rosji wynosiły 160–192 tys. ton, w roku 1972 — 195 tys. ton. Zmniejszyły się bardzo poważ-

Tabela I

Planowane według prognoz GosNIORCh i realizowane średnie roczne połowy ryb w największych zbiornikach zaporowych ZSRR (wg Pirożnikov 1968, Kuderskij 1972)

Average annual catches of fish, planned on the basis of GosNIORCh forecasts and put into effect in the largest dam reservoirs of the Soviet Union (after Pirożnikov 1968, Kuderskij 1972)

Nazwa zbiornika Name of reservoir	Powierzchnia w tysiącach ha Area in thousand ha	Połowy ryb kg/ha Catches of fish in kg/ha		
		planowane planned	realizowane w 1967 r. effected in 1967	oczekiwane w 1970 r. anticipated in 1970
Kujbyševskoe	590	40	7,8	7,8
Buchtarminskoe	550	50	8,3	16,9
Bratskoe	550	10	0,8	1,4
Rybinskoe	455	25	6,0	6,1
Volgogradskoe	347	50	7,1	10,0
Cimljanskoe	270	40	44,0	45,5
Kremenčugskoe	225	53	33,3	36,4
Kachovskoe	215	50	44,0	41,8
Kamskoe	191	8	3,0	2,8
Gorkovskoe	160	35	3,1	3,1
Votkinskoe	112	25	2,5	3,1
Novosibirskoe	107	23	4,3	3,7
Kievskoe	92	65	—	7,6
Dneproderžinskoe	57	60	—	31,6

— brak danych.

— no data available.

nie połowy ryb najcenniejszych: jesiotrowatych — 3,5-krotnie, łososiowatych — 3-krotnie, a około połowy całkowitej masy ryb odławianych w ostatnich latach stanowią ryby mniej wartościowe (K u d e r s k i j 1974).

W latach pięćdziesiątych w związku z budową dużych zbiorników zaporowych na głównych rzekach ZSRR, w oparciu o przewidywany silny rozwój biocenozy tych zbiorników i zwiększenie ich produktywności biologicznej w stosunku do produktywności rzek przed ich spiętrzeniem, prognozowano wysokie odłowy cennych ryb przemysłowych: karpia, sażana, sandacza, leszcza a także łososiowatych i jesiotrowa-

tych (tab. I). Ogółem przemysłowe połowy ryb we wszystkich zbiornikach zaporowych miały osiągnąć 150 tys. ton.

Prognozy te sprawdziły się tylko częściowo. Połowy ryb w zbiornikach zaporowych przewyższyły kilka do kilkunastu razy wielkości połowów w odpowiednich odcinkach rzek przed zabudową hydrotechniczną, ale ogólna masa ryb odłowionych w zbiornikach zaporowych w roku 1972 wyniosła 67,6 tys. ton, tj. zaledwie ok. 45% wielkości projektowanej. Przewidywane i zbliżone do przewidywanych połowy osiągnięto jedynie w zbiornikach zaporowych południowej strefy ZSRR: Kachovskoe, Cimlijskoe, Kremenčugskoe. W pozostałych wyłowy ryb nie przekraczały 7—8 kg/ha, a np. w zbiorniku zaporowym Bratskoe osiągnęły jedynie 0,8 kg/ha, tj. 12 razy mniej niż projektowano (K u d e r s k i j 1972, 1974). Zdarzało się przy tym, że nawet jeśli osiągnięto wielkości wyłowów zbliżone do zaplanowanych, nie uzyskiwano oczekiwanego efektu ekonomicznego, ponieważ znaczną część łowionych ryb, np. w zbiorniku zaporowym Dneprodzerżinskoe aż 95% (P i r o ż n i k o v 1968), stanowiły ryby małowartościowe: okoń, płoć, wzdrega i inne.

Jedną z podstawowych przyczyn tego stanu był gorszy niż przewidywano rozwój bazy pokarmowej ryb, głównie zespołów fauny dennej, ponieważ większość cennych ryb w zbiornikach zaporowych ZSRR stanowią obligatoryjne bentofagi lub ryby odżywiające się bentosem na pewnych etapach swojego rozwoju.

Prognozy rozwoju bentosu w dużych zbiornikach zaporowych oceniające, że po zakończeniu procesu kształtowania się zespołów biologicznych biomasy bentosu na zatopionych obszarach osiągną 30—40 g/m², bez dużych mięczaków, nie sprawdziły się (I o f f e 1954, M o r d u c h a j - B o l t o v s k o j 1955, 1959). Bentos większości zbiorników zaporowych, szczególnie kaskady Wołgi, był znacznie uboższy. Nieco lepiej kształtowała się sytuacja w zbiornikach zaporowych południowej strefy ZSRR (Ukraina), ale i tam biomasy bentosu (z pominięciem dużych mięczaków) były kilkakrotnie niższe od prognozowanych (tab. II).

Nie potwierdziły się również przypuszczenia o wzroście biomasy bentosu w efekcie poprawy warunków pokarmowych w miarę tworzenia zasobnych w materię organiczną osadów dennych na zalanych obszarach. Dane dla regularnie badanego zbiornika zaporowego Rybinskoe wskazują, że w miarę stabilizowania się nowo powstałych biocenoz biomasa bentosu obniżała się (tab. III).

Podobne procesy obserwowano także w innych zbiornikach zaporowych (M o r d u c h a j - B o l t o v s k o j 1961a, 1971, M o r d u c h a j - B o l t o v s k o j i D z j u b a n 1966).

Poza stosunkowo niską biomasą bentosu, prowadzenie racjonalnej gospodarki rybackiej na dużych zbiornikach zaporowych utrudniała także mała stabilność bentosu w cyklu rocznym, związana z jego składem gatunkowym. Grupę dominującą w bentosie dużych zbiorników zaporowych stanowiły larwy *Chironomidae*. Latem i wczesną jesienią, w okresie wylotów imagines i intensywnego żerowania ryb, biomasy bentosu zmniejszały się kilka do kilkunastu razy (M o r d u c h a j - B o l t o v s k o j 1961a). Efektem tego był wzrost udziału w racji pokarmowej ryb odżywiających się bentosem pokarmu zastępczego, głównie osadów dennych (Ž i t e n e v a 1959, 1961, E g e r o v a 1968), co powodowało obniżenie wskaźników wzrostu tych ryb i rzu-

Tabela II

Biomasy bentosu niektórych zbiorników zaporowych ZSRR
Benthos biomass of certain dam reservoirs in the Soviet Union

Nazwa zbiornika Name of reservoir	Rok powstania Year of filling	Średnie roczne biomasy bentosu g św. masy/m ² Average annual benthos, biomass g w.w./m ²	Rok badań Study year	Autor Author
Kaskada Wołgi Water fall of Volga				
Ivankovskoe	1937	9,1–10,3	1955/1956	Fenjuk 1959
Ugličskoe	1940	10,2–9,4	1955/1956	Fenjuk 1959
Rybinskoe	1941	patrz tab. 3 see Table 3		
Gorkovskoe	1955	1,0–3,4	1960/1962	Morduchaj-Boltovskoj 1963
Kujbyševskoe	1957	0,3–19,0	1956/1965	Ljachov 1968
Volgogradskoe	1959	2,6–12,1	1959/1967	Vjuškova, Beljavskaia 1971
Kaskada Dniepru Water fall of Dneper				
Kievskoe	1965	40,6	1967	Gak et al. 1972
Kremenčugskoe	1960	50,1*	1963	Ceeb, Almazov, Vladimirov 1966
Kachovskoe	1955	10,5–1,7 (20,5–138,6)*	1956/1959	Ceeb 1966
Don i dopływy Don and the tributaries				
Cimljanskoe	1952	0,3–13,2	1953/1957	Kaftannikova, Mirošničenko, Pomockaja 1961
Veselovskoe Kura (Kaukaz) (Caucasus, river Kura)		0,8–1,4	1948	Kruglova 1964
Mingečaurskoe	1953	1,4–5,7	1955/1963	Kasymov 1965
Varvarinskoe	1956	4,7	1957	Kasymov 1961
Niemen				
Kaunasskoe	1959	0,7	1960	Gasjunas 1972
Ob (Kazachstan)				
Buchtarminskoe	1960	2,8–4,0	1966	Ereščenko, Tjutentkov 1968
Małe zbiorniki Krymu Small reservoirs from Crimea	1951/1956	0,09–16,8	1957/1958	Lubjanov 1961
Małe zbiorniki Ukrainy Small reservoirs in Ukraine		6,5–54,1*	1950	Lubjanov 1953

* Biomasy z dużymi mięczakami. Biomasses with large molluscs.

Tabela III

Kształtowanie się biomasy bentosu w zbiorniku zaporowym Rybinskoe (wg Ioffe 1954, Morduchaj-Boltovskoj 1955, Poddubnaja 1958, Mitropolskij 1963, Poddubnaja et al. 1971)
 Formation of benthos biomass in the Rybinskoe dam reservoir (after Ioffe 1954, Morduchaj-Boltovskoj 1955, Poddubnaja 1958, Mitropolskij 1963, Poddubnaja et al. 1971)

Rok badań Study year	1941	1946/1948	1949	1952/1953	1955	1958/1961	1968
Wiek zbiornika w latach Age of reservoir in years	1	6-8	9	12-13	15	18-21	28
Biomasa bentosu g św. masy/m ² Bethos biomass g w.w./m ²	11,9-58,0	8,3-5,0	3,9	2,4	2,0	1,2-1,5	1,5

towało na efekt ekonomiczny gospodarki rybnej na zbiornikach zaporowych (Ostroumov 1959).

Podobnie jak w zbiornikach zaporowych również wydajność rybacka wielu naturalnych jezior ZSRR nie przedstawia się zadowalająco. Średnie dla dużych jezior (o powierzchni powyżej 10 tys. ha) połowy wynoszą 4-6 kg/ha, a obok jezior wysoko produktywnych, dających 30-40 kg/ha cennych ryb (Pskowsko-Czudzkie, Ilmeń i inne) zdarzają się takie, na których połowy ryb osiągają zaledwie ułamek kg/ha. W wielu jeziorach z dobrze rozwiniętą bazą pokarmową ryb przyczyną niskiej produkcji rybackiej jest nieracjonalna eksploatacja i zubożenie rybostanu przy przekraczaniu dopuszczalnych norm odłowów ryb (Kuderskij 1974), w szeregu innych jezior produkcję ryb limituje niska baza pokarmowa.

Przyczyny niedostatku pokarmu dla ryb mogą być różne; np. w jeziorze Bałchasz wysoka koncentracja jonów potasowych ogranicza możliwości rozwoju występujących tam zespołów, a izolacja geograficzna zbiornika uniemożliwia zasiedlanie go przez gatunki odporne na ten czynnik. Efektem tego jest niska biomasa bentosu wahająca się w granicach 0,7-2,1 g/m² (Tjutenkow 1959 wg Ioffe 1971). Podobnie w większości sztucznych i naturalnych zbiorników Azji Środkowej izolacja geograficzna i niekorzystne warunki fizykochemiczne powodują utrzymywanie się biomas bentosu na bardzo niskim poziomie 0,04-3,7 g/m² (Tichij 1957). Innym przykładem mogą być mezo- i eutroficzne jeziora północno-zachodniej części ZSRR (Karelia, republiki nadbałtyckie, obwody nowogrodzki i pskowski RFSRR), z których wiele posiada dobrze rozwinięte zespoły organizmów bentosowych ze średnią biomasą w granicach 20 g/m² (Pidgajko et al. 1968). Jednakże i tu produkcja ryb jest limitowana przez niskie biomas bentosu latem, związane z wylotami larw *Chironomidae*, które stanowią 50-82% bentosu oraz przez znaczne wahania średniej biomas bentosu w kolejnych latach, np. w jeziorze Ilmeń od 6,7 do 35,5 g/m² (Salazkin 1968, Lukjanova 1973, 1974).

Innym czynnikiem ograniczającym produkcję rybacką może być niekorzystny skład pokarmu ryb. W zbiornikach o jednakowej produkcji fauny pokarmowej przyrosty ryb mogą być zróżnicowane; np. sandacz odżywiający się w pierwszym roku życia planktonem w zbiorniku zaporowym Cimljanskoe miał niższe przyrosty niż w innych zbiornikach gdzie odżywiał się *Mysidacea* (Ioffe 1963).

Warunkiem prowadzenia racjonalnej i efektywnej gospodarki rybackiej w zbiornikach śródlądowych ZSRR stało się zapewnienie dopływu pokarmu o odpowiedniej jakości i w ilościach pokrywających zapotrzebowanie ryb na wszystkich etapach rozwoju. W większości wypadków sprowadza się to do przeprowadzania zabiegów zmierzających do zwiększenia i ustabilizowania biomasy i produkcji bentosu, niekiedy, w celu zapewnienia pokarmu narybkowi i rybam pelagicznym, także i planktonu.

Przeprowadza się to głównie trzema sposobami:

1. Przez sztuczne hodowanie obiektów pokarmowych na skalę pół-przemysłową (Ivleva 1969) i wprowadzanie ich do specjalnych karmników. Metoda ta jest wykorzystywana przede wszystkim przy hodowli narybku i w gospodarce stawowej.

2. Przez nawożenie mineralne i organiczne zbiorników prowadzące do przebudowy strukturalnej zespołów ekologicznych oraz wzrostu biomasy i produkcji na wszystkich poziomach troficznych (Ljachnovič 1966, Gorbunova et al. 1972, Petrov 1972). Metoda ta jest stosowana głównie w gospodarce stawowej i nisko produktywnych jeziorach dystrofizujących.

3. Przez przebudowę naturalnych zespołów ekologicznych stanowiących bazę pokarmową ryb w kierunku zwiększenia ich stabilności, biomasy i produkcji na drodze introdukcji i aklimatyzacji bezkręgowców hololimnetycznych. Ta metoda, zastosowana w skali masowej, dała w wielu wypadkach pozytywne i interesujące rezultaty, a ponieważ może budzić wśród przyrodników szereg kontrowersji, zasługuje na szersze omówienie.

3. Przegląd introdukcji bezkręgowców wodnych w ZSRR

Pierwsze zanotowane w literaturze naukowej introdukcje bezkręgowców do zbiorników Rosji przeprowadzono w końcu XIX wieku. Były to próby zaaklimatyzowania w Morzu Kaspijskim ostrygi — *Ostrea* sp. i omułka — *Mytilus galloprovincialis* Lam. w latach 1897—1899. Kontynuowano je następnie w ZSRR wsiedlając homary i krewetki z rodzaju *Leander*. Większość tych zabiegów przeprowadzonych bez odpowiedniego przygotowania teoretycznego, kończyła się niepowodzeniem. Jedynie krewetki aklimatyzowały się w Morzu Kaspijskim i dały populacje nadające się do eksploatacji przemysłowej.

Próba introdukcji bezkręgowców wodnych uzasadnioną w sposób naukowy było wzbogacenie kaspijskiej fauny bentosowej w elementy czarnomorskie. W latach 1939—1941, w oparciu o wyniki badań stwierdzające istnienie w osadach dennych Morza Kaspijskiego niewykorzystanych zasobów pokarmu, przeprowadzono pod kierownictwem L. A. Zenkeviča wsiedlenie wieloszczetów *Nereis diversicolor* O. F. M.

i *N. succinea* Leick., a w latach 1948–1949 małża *Syndesmya ovata* (Phil.) (syn. *Abra ovata*) z basenu Morza Azowskiego. Gatunki te przeżyły w nowych warunkach i w przeciągu 6–8 lat rozprzestrzeniły się po całym akwatorium Morza Kaspijskiego. Spowodowało to znaczny wzrost biomasy bentosu, np. w północnej części Morza Kaspijskiego, do izobaty 200 m, z 40,2 g/m² w latach 1933–1935 do 104,7 g/m² w roku 1962, przy czym na głębokościach do 50 m udział introdukowanych bezkręgowców w ogólnej biomacie bentosu wynosił ok. 75% (Romanova i Osadčich 1965). Organizmy te weszły także w skład pokarmu cennych ryb (Taverdeva 1965).

Zakończona sukcesem aklimatyzacja *Nereis* i *Syndesmya* w Morzu Kaspijskim stworzyła przychylną atmosferę dla rozszerzenia introdukcji bezkręgowców w celu wzbogacenia bazy pokarmowej ryb na inne zbiorniki ZSRR, także słodkowodne, o konieczności czego wspomniano już w początku lat czterdziestych (Žadin 1941).

Introdukcje bezkręgowców do wód słodkich rozpoczęły się w 1947 r. wsiedleniem do zbiornika zaporowego Dneprowskoe skorupiaka *Pseudocuma cercaroides* Mart. z dolnego biegu Dniepru przez zespół pracowników Instytutu Hydrobiologii Uniwersytetu Dniepropetrowskiego pod kierownictwem P. A. Żuravela. W następnych latach włączenie się do tej akcji dalszych instytucji naukowych i gospodarczych związanych z hydrobiologią i rybactwem spowodowało rozwój zabiegów introdukcyjnych na skalę masową:

- w latach 1948–1961 przeprowadzono introdukcje bezkręgowców do zbiorników zaporowych na Dnieprze i jego dopływach oraz do dopływów górnego Dniepru;
- w latach 1951–1956 — do zbiorników zaporowych Donu;
- w latach 1955–1962 — do zbiorników zaporowych na Dniestrze;
- od roku 1957 rozpoczęto wsiedlanie bezkręgowców do zbiorników zaporowych kaskady Wołgi;
- od roku 1958 do jeziora Bałchasz;
- w latach 1960–1967 — do zbiorników zaporowych i jezior Kaukazu;
- w latach 1960–61 — do zbiornika zaporowego Kaunasskoe na Niemnie, a od roku 1963 do mezo- i eutroficznych jezior Litwy oraz innych republik nadbałtyckich;
- od 1961 roku rozpoczęto introdukcje do zbiorników Uralu;
- od 1962 roku — do zbiorników Azji Środkowej;
- od 1967 roku — do jezior centralnej Rosji;
- od 1968 roku — do zbiorników zaporowych okolic Moskwy.

Największe natężenie zabiegów introdukcji miało miejsce w latach 1960–1962; przeprowadzano wtedy średnio 40 wsiedleń bezkręgowców rocznie. Opiekę i nadzór nad przebiegiem tych prac objęły Komitety Ochrony Przyrody ZSRR i Ministerstwo Gospodarki Rybackiej ZSRR. Ogółem w latach 1947–1968 przeprowadzono introdukcje bezkręgowców do 57 zbiorników zaporowych i ponad 100 jezior słodko- i słonawowodnych (Karpevič, Lokšina 1965a, 1965b, 1961, Berdičevskij et al. 1968, Ioffe 1968, Karpevič, Lukonina 1968, 1970, 1971, 1972). W tej liczbie znalazły się wszystkie duże zbiorniki zaporowe kaskady Wołgi, Dniepru i Donu, szereg mniejszych zbiorników zaporowych okolic Moskwy, Uralu, Krymu, Ukrainy, Kaukazu, republik środkowoazjatyckich i nadbałtyckich, jeziora centralnej Rosji, nadbałtyckie, środkowoazjatyckie i kaukaskie.

W dalszym ciągu kontynuowane są prace nad wzbogaceniem fauny dennej zbiorników zaporowych kaskady Wołgi, Obi, okolic Moskwy, Uralu oraz jezior Litwy, Przesmyku Karelskiego, centralnej Rosji i Azji Środkowej.

Ulepszenia bazy pokarmowej ryb dokonywane są dwoma sposobami: przez całkowitą, kompleksową odnowę i przebudowę istniejących zespołów faunistycznych albo przez uzupełnienie istniejących zespołów o nowe, korzystne z rybackiego punktu widzenia gatunki bezkręgowców.

Pierwszy rodzaj zabiegów ma na celu utworzenie właściwej bazy pokarmowej ryb w środowiskach, w których ze złożonych powodów historycznych i geograficznych była ona słabo rozwinięta (Morze Aralskie, jezioro Bałchasz) oraz jej rekonstrukcję w środowiskach, w których na skutek szybkiej zmiany warunków fizykochemicznych nastąpiło zniszczenie dawnych zespołów biologicznych, a zespoły nowe kształtowały się wolno, charakteryzując się niską i zmienną w cyklu rocznym biomasa (większość zbiorników zaporowych).

Typowym przykładem kompleksowego kształtowania bazy pokarmowej ryb jest introdukcja bezkręgowców do zbiornika zaporowego Veselovskoe. Zbiornik ten początkowo słonawowodny, w 1948 r., po zasileniu go wodami rzeki Kubań uległ wysłodzeniu. Spowodowało to zanik roślinności zanurzonej, obniżenie liczebności planktonu i spadek biomasy bentosu do wartości 0,8–1,4 g/m², a w konsekwencji karlenie odławianego tam karpia (Kruglova 1964). W latach 1951–1956 wsiedlono do tego zbiornika 12 gatunków bezkręgowców, z których aklimatyzowało się 11, dając już w roku 1959 wzrost biomasy bentosu o ponad 560%. Podobne kompleksowe wsiedlanie bezkręgowców przeprowadzono także w zbiornikach zaporowych: Dneprowskoe, Cimljanskoe, Kaunasskoe, jeziorze Bałchasz i innych. Z reguły ten rodzaj zabiegu, przeprowadzany w dobrze zbadanych środowiskach posiadających słabo rozwinięte zespoły fauny dennej i znaczne rezerwy pokarmu w osadach dennych, daje szybko oczekiwane efekty w postaci wzrostu biomasy bazy pokarmowej ryb (tab. IV).

Introdukcje pojedynczych gatunków w celu wzbogacenia istniejących zespołów w bezkręgowce o wysokiej wartości pokarmowej dla ryb przeważnie przeprowadzano do zbiorników mających dobrze rozwinięte biocenozy. Przykładem mogą tu być próby aklimatyzacji *Myxidacea* i *Amphipoda* w zbiornikach litewskich i uralskich, mających autochtoniczną faunę wyższych skorupiaków. Uzyskano wyniki krańcowo różne. W jeziorach litewskich pozytywne (tab. IV) — organizmy wsiedlone zaaklimatyzowały się dając dodatkową biomasę. W jeziorach Uralu aklimatyzacja nie powiodła się. Prawdopodobnie w jeziorach Litwy przestrzenne zróżnicowanie siedlisk introdukowanych wyższych skorupiaków, które przede wszystkim zasiedlały płytki litoral, i populacji autochtonicznych wyższych skorupiaków, żyjących od wiosny do późnej jesieni w profundalu, osłabiło oddziaływania konkurencyjne (Gasjunaš 1975), podczas gdy w zbiornikach Uralu skorupiaci wsiedlone, nie dopuszczone przez populacje autochtoniczne do odpowiadających im siedlisk, padały łatwym łupem drapieżców (Ioffe 1972). Jednak interpretacje tych rezultatów są trudne ze względu na niewystarczającą jeszcze znajomość procesów decydujących o powodzeniu introdukcji obcych elementów faunistycznych.

Tabela IV

Aklimatyzacja bezkręgowców w niektórych zbiornikach ZSRR (wg Tjutenkow 1959, Kruglova 1964, Kasymov 1965, Mirošničenko, Kogan 1965, Ceeb, Almazov, Vladimirov 1966, Pirožnikov 1972, Gasjunas 1975)

Acclimatization of invertebrates in some reservoirs in the Soviet Union (after Tjutenkow 1959, Kruglova 1964, Kasymov 1965, Mirošničenko, Kogan 1965, Ceeb, Almazov, Vladimirov 1966, Pirožnikov 1972, Gasjunas 1975)

Nazwa zbiornika Name of reservoir	Ilość i rodzaj grup introdukowanych Number and kind of groups introduced	Liczba introdukowa- nych gatunków Number of species introduced	Liczba zaaklimatyzo- wanych gatunków Number of species acclimatized	Biomasa bentosu g/m ² Benthos biomass g/m ²	
				przed intro- dukcją before introduction	po intro- dukcji after introduction
Dneprowskoe vodochr. (reserv.)	5 <i>M, C, A, P, L</i>	21	21	5,6*	84,2*
Cimljanskoe vodochr. „	5 <i>M, C, A, P, L</i>	18	18	0,3–13,2**	26,7**
Veselovskoe vodochr. „	5 <i>M, C, A, P, L</i>	12	11	0,8–1,4**	7,9**
Jeziro Bałchasz Lake Bałchasz	5 <i>M, A, K, P, L</i>	8	8	0,7–2,1**	14,7***
Kaunasskoe vodochr. „	3 <i>M, A, L</i>	10	10	0,7*	106,2*
Buchtarminskoe vodochr. „	3 <i>M, A, P</i>	11	—	2,8–4,0**	—
Jeziro Dusja (Litwa) Lake Dusja (Lithuania)	2 <i>M, A</i>	5	5	0,2–41,2*	6,3–135,0*
Gorkovskoe vodochr. „	1 <i>A</i>	3	2	1,0–3,4*	—
Rybinskoe vodochr. I „	1 <i>M</i>	4	0		
„ II „	1 <i>D</i>	1	?		
Mingečaurskoe vodochr. „	1 <i>A</i>	1	1	1,4–5,7*	4,2–12,4***

* Biomasa bentosu z mięczakami. Benthos biomass with molluscs.

** Biomasa bentosu bez mięczaków. Benthos biomass without molluscs.

*** Biomasa tylko grup aklimatyzowanych. Biomass of acclimatized groups only.

— brak danych. — no data available.

M — *Mysidacea*, *C* — *Cumacea*, *A* — *Amphipoda*, *D* — *Decapoda*, *K* — *Cyclopidae*, *P* — *Polichaeta*, *L* — *Lamellibranchiata*.

4. Zasoby aklimatyzacyjne bezkręgowców w faunie ZSRR

Uzyskanie pozytywnych rezultatów aklimatyzacji zależy przede wszystkim od właściwego doboru wykorzystywanych w tym celu organizmów. Gatunki używane do introdukcji powinny charakteryzować się z punktu widzenia gospodarki rybackiej następującymi cechami:

1. Odpowiednią tolerancją ekologiczną względem wielu czynników środowiskowych takich jak temperatura, natlenienie, zasolenie, skład jonów itp., umożliwiającą im przeżycie w nowych warunkach środowiskowych;

2. Wysoką płodnością, warunkującą szybkie utworzenie w nowo zasiedlanym środowisku populacji o dużej liczebności i biomasy oraz zapewniającą stałe odtwarzanie populacji przy silnej presji drapieżców;

3. Sposobem życia gwarantującym dostępność organizmów wsiedlonych dla drapieżców (ryb);

4. Wysoką wartością odżywczą dla ryb;

5. Brakiem niebezpiecznych dla ryb pasożytów.

W pierwszej kolejności w celach introdukcji i aklimatyzacji wykorzystywano zasoby endemicznej fauny ponto-kaspijskiej z basenów Morza Czarnego i Azowskiego. Około 65% gatunków wchodzących w skład tego kompleksu faunistycznego stanowią formy słodkowodno-oligohalinowe, wytrzymujące zasolenie do 3‰ przy składzie mineralnym wody charakterystycznym dla basenu azowsko-czarnomorskiego. W związku z tym zasiedlają one głównie estuaria (np. w delcie rzeki Kubań żyją 42 gatunki ponto-kaspijskie, w limanie Dniepru 91 gatunków) oraz przyujściowe strefy mórz, tworząc bogate zespoły bentosowe z biomasą dochodzącą w skupiskach do 5 kg/m² łącznie z dużymi mięczakami (Morduchaj-Boltovskoj 1953, 1961b). Z estuariów szereg gatunków wędruje w górę rzek często na odległość kilkuset kilometrów, a w krańcowych przypadkach — *Paramysis baeri* Czern. w Wołdze — na odległość ponad 3 tys. km od ujścia (Morduchaj-Boltovskoj 1957). Tendencję do rozszerzania naturalnego areału można przyjąć za cechę charakterystyczną wielu gatunków tego kompleksu faunistycznego. Daleko na północ i zachód przesunęły granicę swego występowania *Dreissena polymorpha* Pall., tworząca liczne populacje w zbiornikach Europy, *Dreissena bugensis* Andrus., *Astacus leptodactylus* Esch., *Chaetogammarus ischnus* Sars, spotkany w Polsce w 1931 r. a obecnie także na Litwie, *Corophium curvispinum* Sars, które po połączeniu Kanałem Ogińskiego zlewni Niemna i Dniepru w 1768 r. przeniknęło do Morza Bałtyckiego i następnie aż do Wielkiej Brytanii oraz szereg innych gatunków. Kierując się względami czysto praktycznymi, głównie łatwością pozyskania odpowiedniej do przeprowadzenia introdukcji liczby osobników, przesiedlono w latach 1947—1968 do różnych zbiorników ZSRR blisko 50 gatunków bezkręgowców kompleksu ponto-kaspijskiego, z których około 30 stanowiły gatunki występujące masowo i ze względu na swoje właściwości zalecane do introdukcji (tab. V). Większość z nich są to formy eurytermiczne o dosyć niskim progu tlenowym, mogące występować licznie i dawać wysoką biomasę oraz charakteryzujące się wysokimi wskaźnikami płodności nie tylko w granicach swojego naturalnego areału występowania, ale również w zbiornikach, do których je wsied-

Tabela V

Lista gatunków zalecanych do introdukcji i aklimatyzacji w wodach śródlądowych ZSRR
(wg Ioffe 1973)

List of species recommended for introduction and acclimatization in inland waters of the Soviet
Union (after Ioffe 1973)

Kompleks ponto-kaspijski Ponto-Caspian complex	
<p><i>Polychaeta</i> <i>Hypania invalida</i> Grube <i>Hypaniola kowalevskyi</i> Grube <i>Lamellibranchiata</i></p> <p><i>Monodacna colorata</i> (Eichw.) <i>M. pontica</i> Eichw. <i>Pyrgula lincta</i> Mil. <i>Dreissena polymorpha</i> (Pall.) <i>D. bugensis</i> Andrus.</p> <p><i>Crustacea</i> <i>Mysidacea</i> <i>Paramysis baeri</i> Czern. <i>P. ullskyi</i> Czern. <i>P. intermedia</i> Czern. <i>Mesomysis kowalevskyi</i> (Czern.) <i>Limnomysis benedeni</i> Czern. <i>Hemimysis anomala</i> Sars</p>	<p><i>Amphipoda</i> <i>Dikerogammarus haemabaphus</i> (Eichw.) <i>D. villosus villosus</i> (Sow.) <i>D. villosus bispinosus</i> Mart. <i>Pontogammarus meoticus</i> (Sow.) <i>P. robustoides</i> Sars <i>P. crassus</i> Grimm <i>P. obesus</i> Sars <i>Chaetogammarus warpachowskyi</i> Sars <i>Amathilina cristata</i> (Grimm) <i>Corophium curvispinum</i> Sars</p> <p><i>Cumacea</i> <i>Schizorhynchus eudorelloides</i> Sars <i>Pterocuma pectinata</i> (Sow.) <i>Pseudocuma cercaroides</i> Mart.</p> <p><i>Copepoda</i> <i>Calanipeda aquae dulcis</i> (Kritsch.)</p>
Kompleks reliktyw bajkalskich Baikal relict complex	
<p><i>Amphipoda</i> <i>Gmelinoides fasciatus</i> Stebb. <i>Micruropus possolskyi</i> Sow. <i>M. wahleni</i> (Dyb.)</p>	
Kompleks reliktyw lodowcowych Glacial relict complex	
<p><i>Amphipoda</i> <i>Pontoporeia affinis</i> Lindstr. <i>Pallasea quadrispinosa</i> Sars</p>	<p><i>Mysidacea</i> <i>Mysis oculata</i> var. <i>relicta</i> (Loven)</p>
Kompleks dalekowschodni Far East complex	
<p><i>Mysidacea</i> <i>Neomysis intermediata</i> (Czern.)</p>	<p><i>Decapoda</i> <i>Leander modestus</i> Heller</p>

lono (tab. VI). Ze względu na miejsce życia na powierzchni osadów, w wodzie przydennej, wśród roślinności i w wolnej masie wodnej są one, zwłaszcza *Mysidacea* i *Amphipoda*, łatwo dostępne dla ryb a skład chemiczny ciała powoduje ich wysoką wartość pokarmową dla ryb,

Wybrane wskaźniki biologiczne kilku gatunków skorupiaków używanych do introdukcji w ZSRR (wg Karpevič 1960, Kasymov 1965, Ioffe, Maksimova 1968, Ioffe, Salazkin, Petrov 1968, Gasjunas 1972, Ioffe 1973)
 Selected biological index of some crustacean species used for introduction in the Soviet Union (after Karpevič 1960, Kasymov 1965, Ioffe, Maksimova 1968, Ioffe, Salazkin, Petrov 1968, Gasjunas 1972, Ioffe 1973)

Gatunek Species	Pochodzenie Origin	Plodność jaj/♀ Egg fecundity/♀	Liczba pokoleń w roku Number of generat- ions per year	Tolerancja termiczna Thermal tolerance	Próg tlenowy mgO ₂ /l Oxygen hreshold mgO ₂ /l	Pokarm Food	Zajmowany biotop, maksymalne liczebności Biotop occupied, maximum numbers
<i>Mysidacea</i>							
<i>Paramysis baeri</i>	delta Wołgi — Volga delta	10–115	2	eurytermiczny — eurythermic	1,5–1,7 w (at) 25°C	detrytus — detritus	litoral przy dnie — littoral near bottom
<i>Mesomysis kowalevskyi</i>	delta Wołgi — Volga delta	5–72	4–6	eurytermiczny — eurythermic	1,3– w (at) 20°C	detrytus — detritus	pelagial i profundal do 24 m głębokości — pelagial and profundal up to depth of 24 m
	Kaunasskoe vodochr. (reservoir)	6–32	3	eurytermiczny — eurythermic	—	detrytus — detritus	
	Kaukaz, rzeka Kura — Causasus, river Kura	4–65	—	eurytermiczny — eurythermic	—	detrytus — detritus	
<i>Hemimysis anomala</i>	limany M. Czarnego — Black Sea estuaries	14–66	4	eurytermiczny — eurythermic	2,1–3,1 w (at) 25°C	detrytus, bakterie, glony — detritus, bacteria, algae	litoral przy dnie — littoral near bottom
	Kaunasskoe vodochr. (reservoir)	7–49	3	eurytermiczny — eurythermic	—	—	litoral przy dnie — littoral near bottom
<i>Amphipoda</i>							
<i>Dikerogammarus villosus</i>	delta Donu — Don delta	11–196	2,5–5	eurytermiczny — eurythermic	0,2–0,3 w (at) 20°C	glony, makrofity, detrytus — algae, macrophytes, detritus	litoral przy dnie 0,3 tys./m ² — littoral near bottom 0.3 thou- sand/m ²
<i>Pontogammarus robustoides</i>	delta Donu — Don delta	16–201	3–4	eurytermiczny — eurythermic	0,3–0,4 w (at) 25°C	glony, makrofity — algae, macrophytes	litoral 0,5 tys./m ² — littoral 0.5 thousand/m ²
	Kaunasskoe vodochr. (reservoir)	34–167	—	eurytermiczny — eurythermic	—	—	—
	Kaukaz, rzeka Kura — Caucasus, river Kura	24–206	2–3	eurytermiczny — eurythermic	0,3–0,5 w (at) 25°C	makrofity, glony — macrophytes, algae	—
<i>Amathilina cristata</i>	delta Donu — Don delta	8–124	3	eurytermiczny — eurythermic	0,2–0,3 w (at) 20°C	glony, detrytus — algae, detritus	do 14 m głębokości 328 tys./m ² — up to 14 m in depth 328 thou- sand/m ²
<i>Corophium curvispinum</i>	delta Donu — Don delta	13–30	—	ciepłolubny — thermophylic	0,7–1,2 w (at) 18°C	detrytus — detritus	litoral na dnie 40 tys./m ² — littoral bottom 40 thousand/m ²
	Kaunasskoe vodochr. (reservoir)	20–50	—	eurytermiczny — eurythermic	—	detrytus — detritus	—
<i>Pontoporeia affinis</i>	Jezioro Dusja (Litwa) — Lake Dusja (Lithuania)	7–42	1?	chłodnolubny — cryophylic	4,5–8,0 w (at) 12°C	detrytus — detritus	eurybatyczny — eurybathic
<i>Gmelinoides fasciatus</i>	Bajkał	7–23	3	chłodnolubny — cryophylic	0,5–0,7 w (at) 18°C	detrytus, glony — detritus, algae	litoral, kilka tys./m ² — littoral, several thousand/m ²
<i>Cumacea</i>							
<i>Schizorhynchus eudorelloides</i>	limany M. Czarnego — Black Sea estuaries	12–26	2	ciepłolubny — thermophylic	0,7–0,9 w (at) 15°C	detrytus, sinice — detritus, blue-green algae	litoral na dnie, kilka tys./m ² — littoral at bottom, several thou- sand/m ²
<i>Pterocuma pectinata</i>	limany M. Czarnego — Black Sea estuaries	do (up to) 20	2	ciepłolubny — thermophylic	0,6–0,8 w (at) 15°C	detrytus, sinice — detritus, blue-green algae	litoral na dnie, 10 tys./m ² — littoral at bottom, 10 thou- sand/m ²
<i>Decapoda</i>							
<i>Leander modestus</i>	Jez. Chanka (Daleki Wschód) — Lake Chanka (Far East)	do (up to) 230	1	eurytermiczny — eurythermic	0,8 w (at) 24°C	—	litoral do 0,3 tys./m ² — littoral up to 0.3 thousand/m ²

Station	Depth (m)	Temperature (°C)	Salinity (‰)	Water Mass	Characteristics	Depth (m)	Temperature (°C)	Salinity (‰)	Water Mass	Characteristics
1	0-10	18.0	34.5	Central Water	Central Water	1	18.0	34.5	Central Water	Central Water
2	10-20	15.0	35.0	Subarctic Water	Subarctic Water	2	15.0	35.0	Subarctic Water	Subarctic Water
3	20-30	12.0	35.5	Arctic Water	Arctic Water	3	12.0	35.5	Arctic Water	Arctic Water
4	30-40	10.0	36.0	Deep Water	Deep Water	4	10.0	36.0	Deep Water	Deep Water
5	40-50	8.0	36.5	Bottom Water	Bottom Water	5	8.0	36.5	Bottom Water	Bottom Water

INSTYTUT ZOOLOGII
 Polskiej Akademii Nauk
BIBLIOTEKA

zblizoną do wartości pokarmowej skąposzczetów i larw *Chironomidae* (tab. VII). Masowe introdukcje przedstawicieli limanowej fauny ponto-kaspijskiej do jezior i zbiorników zaporowych dały dobre rezultaty szczególnie w południowej strefie ZSRR: na Ukrainie, w republikach kaukaskich i środkowoazjatyckich. Pomyślnie również zakończyły się

Tabela VII

Wartość pokarmowa niektórych skorupiaków używanych w zabiegach introdukcji oraz przedstawicieli skąposzczetów i larw *Chironomidae* (wg Karpevič 1960, Kasymov 1965, Ioffe 1973)
Nutrient value of some crustaceans used for introduction and representatives of *Oligochaeta* and *Chironomidae* larvae (after Karpevič 1960, Kasymov 1965, Ioffe 1973)

Gatunek Species	Sucha masa % świeżego ciężaru Dry weight % of fresh weight	Białka % suchej masy Protein % of dry weight	Tłuszcze % suchej masy Fats % of dry weight	Substancje po- piołowe % suchej masy Ash substances % of dry weight
<i>Paramysis baeri</i>	—	73,1	6,0	16,0
<i>Mesomysis kowalevskyi</i>	18,3	57,2	8,2	23,7
<i>Rivulogammarus lacustris</i>	—	65,5	6,2	28,0
<i>Pontogammarus robustoides</i>	15,6	40,6	20,3	17,5
<i>Pontogammarus maeoticus</i>	—	54,4	9,4	25,0
<i>Enchytraeus</i> sp.	ok. (about) 15	53,7	4,4	10,9
<i>Chironomus dorsalis</i>	ok. (about) 15	68,0	4,5	16,5

— brak danych. — no data available.

próby aklimatyzacji tej grupy organizmów na Litwie. Wprowadzone do zbiornika zaporowego Kaunasskoe wyższe skorupiaki w przeciągu kilku lat opanowały większość biotopów przybrzeżnych, rozprzestrzeniły się w dół Niemna aż do Zalewu Kurońskiego, a następnie do otwartych wód Bałtyku wzdłuż wybrzeży Litwy, Łotwy i Estonii. Jeden z gatunków *Mesomysis kowalevskyi* (Czern.), zaczął odgrywać poważną rolę w bentosie Bałtyku u wybrzeży Litwy, stanowiąc 8,5–11,2% jego biomasy (Lukšenas 1967, Gasjunas 1972). Na Litwie wprowadzono z powodzeniem wyższe skorupiaki ponto-kaspijskie do blisko 30 jezior mezo- i eutroficznych, między innymi do zbiornika podgrzewanego wodami zrzutowymi Litewskiej GRES.

Udane aklimatyzacje bezkręgowców tego kompleksu faunistycznego w strefach o klimacie ciepłym i umiarkowanym wskazują na możliwości rozszerzania przez jego przedstawicieli areału występowania, ograniczanego przede wszystkim barierami geograficznymi i czynnikami antropogennymi, np. zabudową hydrotechniczną czy wzrostem zanieczyszczenia rzek. Na uwagę szczególnie zasługuje udana aklimatyzacja reprezentantów fauny limanowej ponto-kaspijskiej w jeziorze Bałchasz i na Litwie, ponieważ zabiegi na rzekach zlewiska ponto-kaspijskiego, ze względu na penetrowanie tych rzek na znaczne niekiedy

odległości przez elementy fauny limanowej, można uznać za działalność w obrębie szeroko pojętego areału występowania.

Obok introdukcji zakończonych pełnym sukcesem zdarzały się również nieudane próby przesiedleń gatunków należących do limanowego kompleksu ponto-kaspijskiego. Przykładem może tu być próba aklimatyzacji czterech gatunków *Mysidacea* w zbiorniku zaporowym Rybinskoe. Introdukowane zwierzęta w większości nie przeżyły zimy, prawdopodobnie na skutek małej odporności na długie, trwające ponad 5 miesięcy, okresy zlodzenia zbiornika. Mała odporność przedstawicieli fauny ponto-kaspijskiej na surowe warunki klimatyczne i w związku z tym niemożność wykorzystywania ich w celach aklimatyzacji na znacznej części terytorium ZSRR spowodowała zwrócenie uwagi na inne kompleksy faunistyczne, lepiej przystosowane do niskich temperatur. Zainteresowano się przede wszystkim fauną reliktywów polodowcowych, reliktywami bajkalskimi i fauną dalekowschodnią (tab. V).

Przedstawiciele pierwszego z wymienionych kompleksów żyją w estuariach rzek syberyjskich i w zbiornikach położonych na obszarach polodowcowych, osiągając niekiedy znaczne biomasy. Charakteryzują się wysokimi wymaganiami tlenowymi. Dotychczas organizmy te, stanowiące główny obiekt introdukcji w Skandynawii i Ameryce Północnej (Sparrow, Larkin, Rutherglen 1964, Fürst 1965), były mało wykorzystywane w przedsięwzięciach aklimatyzacyjnych w ZSRR. W latach 1966–1968 jeden z gatunków — *Mysis oculata* var. *relicta* Loven — z jeziora Onega introdukowano do zbiornika zaporowego Buchtarminskoe. Rezultaty nie są znane.

W znacznie większym stopniu wykorzystywano w celach aklimatyzacji skorupiaki pochodzące z grupy reliktywów bajkalskich. Charakteryzują je stosunkowo niewysokie wymagania tlenowe, znaczna płodność i zdolność do życia w skupieniach, w których osiągają wysoką biomasę (tab. VI). Podobnie jak elementy fauny ponto-kaspijskiej cechuje je duża zdolność do rozprzestrzeniania się. Poza granicami macierzystego Bajkału spotykane są powszechnie w Angarze, Jeniseju i jego dopływach oraz w jeziorach zlewni Jeniseju. Po utworzeniu na Angarze zbiorników zaporowych Bratskoe i Irkutskoe zasiedliły je samorzutnie, dając wysokie biomasy (Veršinin 1967). Od 1962 roku introdukowano relikty bajkalskie do zbiorników zaporowych kaskady Wołgi (Gorkovskoe), a w latach następnych do zbiorników zaporowych na południu Syberii i w okolicach Moskwy. W tej chwili wiadomo już, że powiodła się aklimatyzacja tych form w zbiorniku zaporowym Gorkovskoe (Ioffe 1971), o pozostałych wsiedleniach brak danych.

Najmniej wykorzystywane w celach aklimatyzacji są zasoby dalekowschodniego kompleksu faunistycznego. Przedstawiciele tego ugrupowania żyją w rzekach i jeziorach zlewni mórz Japońskiego, Ochockiego i Beringa. Dotychczas tylko jeden gatunek — słodkowodna krewetka *Leander modestus* Heller z jeziora Chanka — wsiedlany był w latach 1957–1967 do zbiornika zaporowego Rybinskoe, a w późniejszych latach do zbiorników syberyjskich. Aklimatyzacja w zbiorniku zaporowym Rybinskoe nie powiodła się, a rezultaty dalszych introdukcji nie są znane.

5. Efekty gospodarcze introdukcji bezkręgowców

Wśród blisko 160 jezior i zbiorników zaporowych, do których w latach 1947–1968 wprowadzono nowe gatunki bezkręgowców, aklimatyzacja powiodła się w ok. 70% zbiorników. Na około 50 gatunków bezkręgowców wykorzystywanych w tym okresie w zabiegach introdukcji aklimatyzowało się w różnych zbiornikach 50%, a 20% osiągnęło masowy rozwój (Ioffe 1968). Wskaźniki te mogą jeszcze wzrosnąć, ponieważ dla wielu zbiorników nie ma dotychczas danych o wynikach introdukcji. Na możliwość taką wskazuje przebieg kształtowania się fauny w zbiorniku zaporowym Cimljanskoe, w którym aklimatyzowało się 100% introdukowanych gatunków, a 50% stało się organizmami masowymi (Mirošničenko i Kogan 1965). W kilku zbiornikach zaporowych: Cimljanskoe, Kaunasskoe, zbiorniki Krymu i kaskady Dniepru oraz w jeziorze Bałchasz organizmy wsiedlane utworzyły bardzo silne populacje, które następnie wykorzystywano jako źródło obiektów do dalszych introdukcji.

Aklimatyzacje bezkręgowców w wielu jeziorach i zbiornikach zaporowych spowodowały zwiększenie biomasy (tab. IV) oraz przebudowę struktury bentosu w kierunku wzrostu udziału form hololimnetycznych; np. w jeziorze Bałchasz w latach 1953–1954, przed wsiedleniem fauny ponto-kaspijskiej, w bentosie dominowały larwy *Chironomidae*, stanowiąc 87% biomasy. Po aklimatyzacji bezkręgowców, w 1964 roku, udział *Chironomidae* spadł do 31% biomasy bentosu (Tjutenkov, Vorobeva i Samonov 1967). Spowodowało to zmniejszenie lub całkowity zanik deficytów pokarmu dla ryb, związanych z wylotami *Chironomidae* latem, i pozwoliło na introdukcję cennych gatunków ryb.

Organizmy aklimatyzowane są intensywnie wykorzystywane przez ryby. We wszystkich zbiornikach naturalnych i sztucznych, w których prowadzono odpowiednie badania, stwierdzono ich obecność w racji pokarmowej ryb bentofagicznych i młodych drapieżnych. W zbiorniku zaporowym Cimljanskoe gatunki wsiedlone stanowiły do 43% treści przewodu pokarmowego ryb odżywiających się bentosem (Ioffe 1972), a w jeziorze Bałchasz, u młodych sandaczy, nawet do 75% (Tjutenkov, Vorobeva i Samonov 1967).

Wzbogacenie bazy pokarmowej w wartościowe i łatwo dostępne obiekty wpłynęło na zwiększenie szybkości przyrostu ciała ryb i przyczyniło się do zwiększenia produkcji rybackiej. W zbiorniku zaporowym Veselovskoe, w okresie od 1956 do 1964 r., po introdukcji bezkręgowców zaobserwowano zwiększenie produkcji ryb do 50 kg/ha, trzykrotny wzrost połowów i narastający udział ryb dużych w połowach. Dochód z tego tytułu powiększył się o 340% w latach 1956–1964 (Kruglova 1968).

W jeziorze Bałchasz stworzenie w wyniku aklimatyzacji odpowiednio zasobnej bazy pokarmowej dla ryb umożliwiło introdukcję cennych ryb: sazana, sandacza i leszcza, co z kolei doprowadziło do wzrostu produkcji rybackiej z 9,1 tys. ton w 1958 roku, do 15,0 tys. ton w roku 1964 (Tjutenkov, Vorobeva, Samonov 1967), przy czym udział ryb introdukowanych w połowach wynosił 92,2% (Sеров 1968).

Również w zbiorniku zaporowym Cimljanskoe, według obliczeń podanych przez Ioffe (1968), produkcja cennych ryb, zrealizowana dzie-

ki udziałowi w pokarmie jednej tylko z aklimatyzowanych w tym zbiorniku grup — *Mysidacea*, wyniosła w 1962 r. 2 tys. ton, czyli równowartość 900 tys. rubli. Dla porównania — całkowity koszt badań związanych z wsiedleniem do tego zbiornika bezkręgowców i bezpośredni koszt introdukcji wyniosły łącznie ok. 40–50 tys. rubli.

Można przypuszczać, że w innych zbiornikach, w których aklimatyzacja bezkręgowców powiodła się, efekty ekonomiczne nie były gorsze.

6. Perspektywy aklimatyzacji bezkręgowców wodnych w Polsce

Introdukcja i aklimatyzacja bezkręgowców w wodach śródlądowych jako jeszcze jedna metoda inżynierii ekologicznej mogłaby zostać szeroko wykorzystana w zabiegach zmierzających do restauracji i kształtowania naszych ekosystemów wodnych zgodnie z potrzebami ochrony i racjonalnego wykorzystania zasobów wodnych.

Wyniki uzyskane w Związku Radzieckim wskazują na dużą przydatność introdukcji bezkręgowców wodnych, szczególnie wyższych skorupiaków, dla potrzeb gospodarki rybackiej w dużych zbiornikach. Wprowadzenie tego rodzaju zabiegów, obok introdukcji cennych gatunków ryb, może się okazać niezbędne również i u nas. Połowy ryb w jeziorach i rzekach Polski stanowią obecnie zaledwie około 1/3 ogólnej produkcji rybackiej wód słodkich. Świadczy to o stosunkowej słabości tej gałęzi gospodarki rybackiej i stymuluje jej rozwój w kierunku poszukiwania wydajnych sposobów podwyższenia produktywności zbiorników śródlądowych, między innymi przez zarybienie ich wartościowymi gatunkami ryb. Powodzenie tych przedsięwzięć w dużym stopniu jest zależne od stanu bazy pokarmowej ryb, szczególnie od możliwości produkcyjnych zespołów planktonu i bentosu. W tej sytuacji wzbogacenie bazy pokarmowej ryb w szeregu sztucznych i naturalnych zbiorników wodnych przez introdukcję i aklimatyzację obiektów pokarmowych byłoby ekonomicznie uzasadnione i celowe, na co zwracał już uwagę Wolnomiejski (1974). Jednocześnie ten sposób zwiększenia produkcji rybackiej, związany ze zmianami w łańcuchu pokarmowym ryb i nie wymagający nawożenia i dokarmiania ryb syntetycznymi pożywkami, prowadzi do wydajniejszego usuwania ze zbiornika substancji biogennej, jest więc zarazem sposobem walki z eutrofizacją. Ponadto, ponieważ wiele gatunków bezkręgowców używanych do introdukcji, szczególnie *Ampipoda* i *Mysidacea*, wykorzystują jako pokarm detrytus i glony zawieszone w wodzie (tab. VI), stanowią one swoisty filtr biologiczny oczyszczający wodę z zawiesin, co może być pomocne w walce z zakwitami.

Aklimatyzacje bezkręgowców wodnych mogą również znaleźć zastosowanie w rozwiązywaniu nie łączących się bezpośrednio z rybołówstwem problemów ochrony i kształtowania ekosystemów wodnych.

W Polsce, w związku z intensywnym rozwojem energetyki, będzie się powiększał areał zbiorników znajdujących się pod wpływem zrzutów wód pochłodniczych z elektrowni cieplnych, a w perspektywie również i atomowych. Obecnie istnieje już bogata literatura naukowa wskazująca, że jednym z efektów zmian temperatury, wykraczających poza charakterystyczne dla określonych populacji warunki optymalne, jest ustępowanie z biocenoz szeregu gatunków (Kiticina 1973, Wood 1973). Powoduje to ubożenie biocenoz, co może mieć negatyw-

ny wpływ zarówno na ogólnie rozumianą jakość wody, jak i na możliwości wykorzystania wód podgrzanych, np. w celu intensywnej hodowli ryb.

Innym czynnikiem prowadzącym do ubożenia a nawet zamierania biocenoz jest zrzut wód zasolonych, głównie kopalnianych. W Polsce dotychczas działanie jego ma niewielki, lokalny zasięg. Nie można jednak wykluczać, że w perspektywie, w wyniku z jednej strony rozwoju kopalnictwa, z drugiej — zabudowy hydrotechnicznej rzek i rozwoju połączeń kanałowych, znaczenie jego może wzrosnąć.

W obu wspomnianych przypadkach rekultywacja ekosystemów z konieczności polegałaby na introdukcji szeregu gatunków odpornych na te czynniki, prawdopodobnie pochodzących z obcych kompleksów faunistycznych. Potencjalne możliwości doboru najwłaściwszych organizmów dla ewentualnych introdukcji są duże. Doświadczenia hydrobiologów radzieckich, szczególnie zakończona sukcesem introdukcja wyższych skorupiaków na Litwie, wskazują na łatwość aklimatyzacji w naszych szerokościach geograficznych fauny z basenów mórz Czarnego i Kaspijskiego. Równie cenne mogłyby okazać się bezkręgowce z innych kontynentów, np. nie wykorzystywane dotychczas w zabiegach introdukcji gatunki północnoamerykańskie.

Ponieważ można sądzić, że w niedalekiej przyszłości staniemy przed koniecznością introdukcji bezkręgowców do naszych wód, celowe byłoby już teraz przystąpienie do badań nad doбором gatunków najwłaściwszych zarówno z punktu widzenia potrzeb gospodarki rybackiej, jak i odnowy zespołów biologicznych w zbiornikach zdewastowanych.

Wprowadzanie obcych elementów faunistycznych, nawet celowe i uzasadnione ekonomicznie, z reguły jest działalnością niepopularną wśród większości biologów. Przyczynami tej niechęci są głównie obawy przed zawleczeniem pasożytów oraz przed spotykanym niekiedy negatywnym oddziaływaniem form introdukowanych na istniejące zespoły, przejawiającym się wypieraniem wartościowych gatunków rodzimych. Wprawdzie w dotychczasowych obserwacjach nad aklimatyzacją nie stwierdzono wypierania i ograniczania produkcji form autochtonicznych przez introdukowane, udawało się również uniknąć zawleczenia pasożytów ryb, tym niemniej te uboczne, negatywne efekty introdukcji muszą być brane pod uwagę. W przeprowadzonych do tej pory doświadczeniach nad introdukcją i aklimatyzacją bezkręgowców wodnych aspekty te nie były rozpatrywane wystarczająco szczegółowo. Należy więc zdawać sobie sprawę z celowości szybkiego rozpoczęcia odpowiednich badań i eksperymentów, jeżeli w introdukcji bezkręgowców chcemy widzieć przyszłościową metodę inżynierii ekologicznej ekosystemów wodnych.

Piśmiennictwo

- Berdičevskij L. S., Karpevič A. F., Lokšina I. E. 1968 — Itogi i effektivnost akklimatizacii ryb i bezspozvonočnych v vodoemach SSSR za 15 let (Akklimatizacija ryb i bespozvonočnych v vodoemach SSSR, Red. A. F. Karpevič) — Izdat. Nauka, Moskva: 5—28.
- Ceeb Ja. Ja. 1966 — Kormovye resursy i rybnaja produktivnost Kachovskogo vodochranilišča — Vopr. Ichtiol. 6 (2): 319—335.

- Ceeb Ja. Ja., Almazov A. M., Vladimirov V. J. 1966 — Zakonomernosti izmenenija gidrologičeskogo i gidrochimičeskogo režima reki Dnepra pri zaregulirovanii stoka i ich vlijanie na biologiju ryb i sanitarnoe sostojanie vodočhranilišč — *Gidrobiol. Ž.* 2 (3): 3—18.
- Egereva J. V. 1968 — Pitanie i piščevye otnošenija ryb v Kujbyševskom vodočhranilišče (Volga I — Pervaja konferencija po izučeniju vodoemov bassejna Volgi — tezisы dokladov. Red. N. A. Džuban) — Toljatti: 169—170.
- Ereščenko V. I., Tjutěnkov S. K. — Rezultaty akklimatizacionnyh rabot v Buchtarminskom i drugih vodočhraniliščach Kazachstana (Akklimatizacija ryb i bespozvonočnyh v vodoemach SSSR, Red. A. F. Karpevič) — Izdat. Nauka, Moskva: 228—237.
- Fenjuk V. F. 1959 — Donnaja fauna Ivankovskogo i Ugličskogo vodočhranilišč — *Trudy Inst. Biol. Vodochr.* 1 (4): 139—160.
- Fürst M. 1965 — Experiment on transplantation of *Mysis relicta* Loven into Swedish lakes — *Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm*, 46: 79—89.
- Gak D. Z., Gurvich V. V., Korelyakova I. L., Kostikova L. E., Konstantinova N. A., Olivari G. A., Primachenko A. D., Tseeb Ya. Ya., Vladimirova K. S., Zimbalevskaya L. N. 1972 — Productivity of aquatic organisms communities of different trophic levels in Kiev reservoir (Productivity problem of freshwaters, Ed. Z. Kajak, A. Hillbricht-Ilkowska) — PWN, Warszawa — Kraków: 447—455.
- Gasjunas I. 1972 — Obogaščenie kormovoj bazy ryb vodoemov Litvy akklimatizirovannymi rakoobraznymi kaspiskogo kompleksa (Voprosy razvedenija ryb i rakoobraznyh v vodoemach Litvy Red. A. Aukštikalnė) — Vilnius: 57—68.
- Gasjunas I. I. 1975 — *Peracardia* oz. Dusja (bas. Baltijskogo Morja) — *Gidrobiol. Ž.* 11 (1): 46—50.
- Gorbunova Z. A., Gordeeva L. I., Gričevskaja G. L., Dmitrenko Ju. S., Zablockij A. A. 1972 — Itogi rabot po udobreniju malych ozer južnoj Karelii (Tezisы otčetnoj sessii Učenogo Soveta Sev. NIORCh po itogam naučno-issledovatel'skich rabot za 1971 g. Red. L. P. Ryžikov) — Petrozavodsk: 8—11.
- Ioffe C. I. 1954 — Formirovanie donnoj fauny Rybinskogo vodočhranilišča — *Trudy probl. Sovešč. ZIN AN SSSR. Vyp. II. Probl. Hidrobiol. vnutr. Vod* 2: 32—40.
- Ioffe C. I. 1963 — Sostojanie i perspektivy rabot po akklimatizacii kormovyh bespozvonočnyh vo vnutrennyh vodoemach SSSR (Rybnoe chozjajstvo vnutrennyh vodoemov SSRR, Red. E. N. Pavlovskij) — Izd. AN SSSR: Moskva: 37—46.
- Ioffe C. I. 1968 — Obzor vypolnennyh rabot po akklimatizacii kormovyh bespozvonočnyh dla ryb v vodočhraniliščach — *Izv. GosNIORCh* 67: 7—29.
- Ioffe C. I. 1971 — Donnaja fauna vodočhranilišč Volžskogo kaskada i ee obogaščenie (Volga I — Problemy izučenija i racionalnogo ispolzovanija biologičeskich resursov vodoemov, Red. N. A. Džuban) — Kujbyšev: 128—134.
- Ioffe C. I. 1972 — Teoretičeskie predposylki, rezultaty i perspektivy akklimatizacii kormovyh obektov dlja ryb v presnovodnyh vodoemach — *Izv. GosNIORCh* 71: 21—33.
- Ioffe 1973 — Akklimatizacionnye fondy bespozvonočnyh SSSR — *Izv. GosNIORCh* 84: 18—68.
- Ioffe C. I., Maksimova L. P. 1968 — Biologija nekotoryh rakoobraznyh perspektivnyh dlja akklimatizacii v vodočhraniliščach — *Izv. GosNIORCh* 67: 81—104.

- Ioffe C. I., Salazkin A. A. Petrov V. V. 1968 — Biologičeskie obosnovanija obogaščenija kormovoj bazy dlja ryb Gorkovskogo, Kujbyševskogo i Volgogradskogo vodočranilišč — Izv. GosNIORCh 67: 30—80.
- Ivleva L. V. 1969 — Biologičeskie osnovy i metody massovogo kultivirovanija kormovyh bespozvonočnyh — Izdat. Nauka, Moskva, 171 pp.
- Kaftannikova O. G., Mirošničenko M. P. Pomockaja I. V. 1961 — Osobennosti razvitija planktona i bentosa Cimljanskogo vodočranilišča — Trudy Sovešč. ichtiol. Kom. AN SSSR 10: 128—133.
- Karpevič A. F. 1960 — Biologičeskoe obosnovanie akklimatizacii mizid v Aralskom more i nekotorych drugich solonovatyh vodoemach — Trudy VNIRO 43: 198—218.
- Karpevič A. F., Lokšina I. E. 1965a — Peresadki ryb i vodnyh bespozvonočnyh v 1962 g. — Vopr. Ichtiol. 5 (1): 178—197.
- Karpevič A. F., Lokšina I. E. 1965b — Peresadki ryb i vodnyh bespozvonočnyh v 1963 g. — Vopr. Ichtiol. 5 (4): 698—713.
- Karpevič A. F., Lokšina I. E. 1967 — Peresadka ryb i vodnyh bespozvonočnyh v 1964 g. — Vopr. Ichtiol. 7 (6): 1105—1118.
- Karpevič A. F., Lukonina N. K. 1968 — Peresadka ryb i vodnyh bespozvonočnyh v 1965 g. — Vopr. Ichtiol. 8 (6): 1063—1079.
- Karpevič A. F., Lukonina N. K. 1970 — Peresadka ryb i vodnyh bespozvonočnyh v 1966 g. — Vopr. Ichtiol. 10 (3): 559—576.
- Karpevič A. F., Lukonina N. K. 1971 — Peresadka ryb i vodnyh bespozvonočnyh v 1967 g. — Vopr. Ichtiol. 11 (1): 124—139.
- Karpevič A. F., Lukonina N. K. 1972 — Peresadka ryb i vodnyh bespozvonočnyh v 1968 g. — Vopr. Ichtiol. 12 (2): 364—380.
- Kasymov A. G. 1961 — Donnye kormovye resursy Varvarinskogo vodočranilišča v pervyj god ego suščestvovanija — Trudy Sovešč. ichtiol. Kom. AN SSSR 10: 147—149.
- Kasymov A. G. 1965 — Biologičeskij režim Mingčaurkogo vodočranilišča — Azerbajdž. gos. Izdat. Baku, 89 pp.
- Kiticina L. A. 1973 — Vlijanie sbrosa podogretyh vod teplovyh i atomnyh elektrostancij na bespozvonočnyh vodoemov ochladitelej — Gidrobiol. Ž. 9 (5): 104—120.
- Kruglova V. M. 1964 — Akklimatizacija kormovyh organizmov i ryboproduktivnost (Biologičeskie osnovy rybnogo chozjajstva na vnutrennyh vodoemach Pribaltiki) — Izdat. Nauka i Technika, Mińsk: 177—180.
- Kruglova V. M. 1968 — Rezultaty akklimatizacionnyh rabot v vodočraniliščach reki Manyč (Akklimatizacija ryb i bespozvonočnyh v vodoemach SSSR, Red. A. F. Karpevič) — Izdat. Nauka, Moskva: 155—159.
- Kuderskij L. A. 1972 — Osnovnye principy vedenija racionalnogo rybnogo chozjajstva na vodočraniliščach — Izv. GosNIORCh 77: 78—107.
- Kuderskij L. A. 1974 — O putjach razvitija rybnogo chozjajstva na vnutrennyh vodoemach (ozera, vodočranilišča, reki) — Izv. GosNIORCh 87: 94—119.
- Ljachnovič V. P. 1966 — Povyšenie estestvennoj kormovoj bazy ryb v prudach putem udobrenija (Biologičeskie resursy vodoemov, puti ich rekonstrukcii i ispolzovanija) — Izdat. Nauka, Moskva: 25—34.
- Ljachov S. M. 1968 — Bentos Kujbyševskogo vodočranilišča za desjat let ego suščestvovanija (1956—1965) (Volga I — Pervaja konferencija po izučeniju vodoemov bassejna Volgi — tezisy dokladov Red. N. A. Džuban) — Toljatti: 143—144.
- Lubjanov I. P. 1953 — O formirovanii i putjach napravlennogo izučenija donnoj fauny malych vodočranilišč jugo-vostoka Ukrainy — Zool. Ž. 32 (6): 1074—1083.

- Lubjanov I. P. 1961 — Donnaja fauna vodochranilišč predgornogo Kryma v svazi s ich rybochozjajstvennym osvoeniem — Trudy Sovešč. ichtiol. Kom. AN SSSR 10: 143—146.
- Lukjanova V. P. 1973 — O nekotorych zakonnomernostjach raspredelenija chironomusa v oz. Ilmen — Izv. GosNIORCh 84: 149—152.
- Lukjanova V. P. 1974 — Donnaja fauna ozera Ilmen (po dannym za 1968—1971 gg) — Izv. GosNIORCh 86: 46—53.
- Lukšenas Ju. K. 1967 — Raspredelenie zoogeografičeskich kompleksov donnyh bespozvonočnyh južnoj časti Baltijskogo Morja — Okeanologija 7 (4): 665—671.
- Mirošničenko M. P., Kogan A. V. 1965 — Nekotorye vidy kaspiskoj fauny v Cimljanskom vodochranilišče i ich rol v pitanii ryb — Gidrobiol. Ž. 1 (5): 45—47.
- Mitropolskij V. I. 1963 — K raspredeleniju bentosa Rybinskogo vodochranilišča (Materijaly po biologii i gidrologii volžskich vodochranilišč) — Izdat. AN SSSR, Moskva—Leningrad: 68—75.
- Morduchaj-Boltovskoj F. D. 1953 — Ekologija kaspiskoj fauny v Azovsko-černomorskom bassejne — Zool. Ž. 32 (2): 203—211.
- Morduchaj-Boltovskoj F. D. 1955 — K voprosu o formirovanii bentosa v krupnyh vodochraniliščach (na primere Rybinskogo vodochranilišča) — Zool. Ž. 34 (5): 975—985.
- Morduchaj-Boltovskoj F. D. 1957 — Kaspiskie mizidy v reke Šeksna — Priroda 7: 9—10.
- Morduchaj-Boltovskoj F. P. 1959 — Pervye etapy formirovanija bentosa Kujbyševskogo vodochranilišča (issledovanija 1956 g) — Trudy Inst. Biol. Vodochr. 1 (4): 118—138.
- Morduchaj-Boltovskoj F. D. 1961a — Process formirovanija donnoj fauny v Gorkovskom i Kujbyševskom vodochraniliščach — Trudy Inst. Biol. Vodochr. 4 (7): 49—177.
- Morduchaj-Boltovskoj F. D. 1961b — Donnaja fauna delt ponto-kaspiskih rek — Trudy vsesojuzn. gidrobiol. Obšč. 11: 136—149.
- Morduchaj-Boltovskoj F. D. 1963 — Sostojanie bentosa Gorkovskogo vodochranilišča v 1960—1962 gg. — Trudy Inst. Biol. vnutr. Vod. 6 (9): 60—77.
- Morduchaj-Boltovskoj F. D. 1971 — Bentos krupnyh vodochranilišč na Volge (Volga I — problemy izučeniya i racionalnogo ispolzovaniya biologičeskich resursov vodoemov, Red. N. A. Dzjuban) — Kujbyšev: 123—127.
- Morduchaj-Boltovskoj F. D., Dzjuban N. A. 1966 — Formirovanie fauny krupnyh vodochranilišč (Ekologija vodnyh organizmov) — Izdat. Nauka, Moskva: 98—103.
- Ostrumov A. A. 1959 — Charakteristika pokolenij lešča i sudaka Rybinskogo vodochranilišča — Trudy Inst. Biol. Vodochr. 1 (4): 211—234.
- Petrov V. V. 1972 — Bentofauna udobnjaemyh ozer Morozovskoj grupy Karelskogo perešejka — Izv. GosNIORCh 79: 60—76.
- Pidgajko M. L., Aleksandrov B. M., Ioffe C. I., Maksimova L. P., Petrov V. V., Savateeva E. B., Salazkin A. A. 1968 — Kratkaja biologo-produkcionnaja charakteristika vodoemov severo-zapada SSSR — Izv. GosNIORCh 67: 205—228.
- Pirožnikov P. L. 1968 — O povyšeni ryboproduktivnosti krupnyh vodochranilišč — Vopr. Ichtiol. 8 (1): 54—65.
- Pirožnikov P. L. 1972 — Biologičeskie resursy vodochranilišč (istorija izučeniya, sostojanie, rybochozjajstvennoe značenie) — Izv. GosNIORCh 77: 5—77.

- Poddubnaja T. L. 1958 — Sostojanie bentosa Rybinskogo vodochranilišča v 1953—1955 gg — Trudy biol. Stan. Borok 3: 195—213.
- Poddubnaja T. L., Mitropolskij V. I., Šilova A. I., Zelencov N. I. 1971 — Donnaja fauna Rybinskogo vodochranilišča po materijalam 1968 g. — Trudy Inst. Biol. vnutr. Vod 22 (25): 42—56.
- Romanova N. N., Osadčich V. F. 1965 — Sovremennoe sostojanie zoobentosa Kaspijskogo morja (Izmenenie biologičeskich kompleksov Kaspijskogo morja za poslednie desjatiletija, Red. L. A. Zenkevič) — Izdat. Nauka, Moskva: 138—165.
- Salazkin A. A. 1968 — Donnaja fauna malych gumificirovannyh ozer Karelskogo perešejka i nekotorye osobennosti ich razvitja — Izv. GosNIORCh 67: 229—241.
- Serov N. P. 1968 — Itogi akklimatizacii ryb v ozere Balchaš (Akklimatizacija ryb i bespozvonočnyh, v vodoemach SSSR, Red. A. F. Karpevič) — Izdat. Nauka, Moskva: 237—242.
- Sparrow R. A. H., Larkin P. A., Rutherglen R. A. 1964 — Successful introduction of *Mysis relicta* Loven into Kootenay Lake, British Columbia — J. Fish. Res. Bd Canada, 21 (5): 1325—1327.
- Taverdeva M. I. 1965 — Rol akklimatizirovannyh organizmov v pitanii osetra i sevrjugi Kaspijskogo morja v 1962 g. (Izmenenie biologičeskich kompleksov Kaspijskogo morja za poslednie desjatiletija Red. L. A. Zenkevič) — Izdat. Nauka, Moskva: 234—256.
- Tichij H. I. 1957 — Vodoemy Srednej Azii i povyšenie ich bioproduktivnosti — Trudy probl. Sovešč. ZIN AN SSSR. Vyp. VII. Probl. Hidrobiol. vnutr. Vod 3: 215—220.
- Tjutentkov S. K. 1959 — Bentos ozera Balchaš i ego značenie v pitanii ryb — Sborn. Rab. Ichtiol. Hidrobiol. 2.
- Tjutentkov S. K., Vorobeva N. B., Samonov A. M. 1967 — Ob izmenenijach v bentose i pitanii ryb oz. Balchaš v svjazi s akklimatizacej mizid — Hidrobiol. Ž. 3 (3): 48—54.
- Veršinin N. V. 1967 — Biologija i rasselenie *Gmelinoides fasciatus* Stebb. v uslovijach Bratskogo vodochranilišča — Zool. Ž. 46 (7): 1024—1029.
- Vjuškova V. P., Beljavskaja L. I. 1971 — Formirovanie kormovoj bazy Volgogradskogo vodochranilišča (Volga I — Problem izučeniya i racionalnogo ispolzovanija biologičeskich resursov vodoemow, Red. N. A. Dzjuban) — Kujbyšev: 185—189.
- Wolnomiejski N. 1974 — Introdukcija i aklimatizacija fauny pokarmovej ryb — Gosp. rybna 7: 20—21.
- Wood E., J. F. 1973 — Effects of thermal additions in temperature and cold waters — Sci. total Envir. 2 (1): 61—80.
- Žadin V. I. 1941 — Problema rekonstrukcii fauny Volgi i Kaspija v svjazi z volžskim gidrostroitelstvom — Trudy zool. Inst. 7 (1): 5—30.
- Žiteneva T. S. 1959 — Pitanie molodii lešča v Rybinskom vodochranilišče — Tr. Inst. Biol. Vodochr. 1 (4): 259—268.
- Žiteneva T. S. 1961 — Pitanie lešča volžskich vodochranilišč — Trudy Sovešč. ichtiol. Kom. AN SSSR 10: 156—158.

Summary

Ecological engineering operations have been carried out for nearly thirty years in inland water ecosystems of the Soviet Union consisting in the introduction of invertebrates into artificial and natural bodies of water in order to

increase food supply for fish. The reason for undertaking this work was the low production rate of fish in many lakes and reservoirs, limited by the poor food supply, chiefly low biomass and production of benthos.

Introduction of invertebrates was carried out from 1947 to 1968 in 57 reservoirs and over 100 fresh- and brackish water lakes situated over an enormous area from the Baltic Sea on the north-east to the Caucasus Mountains in the south and the Obi basin in the east. In 70% of the cases introduction proved completely successful. The organisms transferred acclimatized themselves to new conditions, increasing biomass and production of biological communities forming the food of the fish. There has been a consequent increase in fish production in many lakes and reservoirs, the economic effects of which have greatly exceeded the cost of introducing invertebrates into these waters.

About 50 species of invertebrates were used in such introductions, primarily *Crustacea* — *Amphipoda*, *Mysidacea* and *Cumacea* and in addition *Mollusca* and *Polychaeta*. Nearly 75% of the species introduced came from the Ponto-Caspian estuarine faunistic complex, while the remaining 25% consisted of postglacial relicts, Baikal relicts and representatives of Far East fauna (Table V).

The successful results of acclimatization of many species of invertebrates in the waters of the Soviet Union form an inductement to consider the possibility and need of introducing water invertebrates into waters in Poland. The purpose of such operations would be not only to improve fishery management, but also to reconstruct the fauna of waters subject to strong anthropogenic influence, e.g. heated water discharges from electric and atomic power-stations, salination by discharge of mine water etc. Since however the introduction of alien faunistic elements may also induce a many-sided and possibly also unfavourable effect on existing biocenoses, it is essential to undertake detailed studies on these problems.