

574.472  
В-751

На правах рукописи

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

---

Объединенный Ученый Совет институтов зоологии  
и экспериментальной биологии АН КазССР

Н.Б.ВОРОБЬЕВА

БЕНТОС И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ПИТАНИИ РЫБ  
ОЗЕРА БАЛХАШ

(03.00.18 - Гидробиология)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Алма-Ата, 1973

574.442  
B-751

На правах рукописи

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

---

Объединенный Ученый Совет институтов зоологии  
и экспериментальной биологии АН КазССР

Н.Б.ВОРОБЬЕВА

БЕНТОС И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ПИТАНИИ РЫБ  
ОЗЕРА БАЛХАШ

(03.00.18 - Гидробиология)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук



Алма-Ата, 1973

Работа выполнена в лаборатории кормовой базы рыб Казавхского научно-исследовательского института рыбного хозяйства.

Научный руководитель – кандидат биологических наук  
С.К. ТКТЕНЬКОВ

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук  
А.И. АГАПОВА

кандидат биологических наук  
В.А. ТЭН

Ведущее учреждение – Кафедра ихтиологии и гидробиологии  
Томского государственного университета им. Куйбышева.

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1973 г.

Защита диссертации состоится \_\_\_\_\_ 1974 г.

на заседании Объединенного Совета институтов зоологии и экспериментальной биологии АН Каз.ССР.

Отзывы просим направлять по адресу: Алма-Ата, 72, проспект Абая, 38, Институт экспериментальной биологии АН Каз.ССР, Ученому секретарю Совета.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке АН Каз.ССР

Ученый секретарь Совета

доктор биологических наук, профессор

А.М.МУРЗАМАДИЕВ

## В В Е Д Е Н И Е

Оз. Балкаш относится к числу внутренних водоемов, имеющих большое рыбохозяйственное значение. По количеству добываемой рыбы оно стоит на втором месте в Казахстане после Аральского моря. В результате проведения акклиматизационных работ кормовые ресурсы водоема значительно увеличились, а последнее привело к повышению темпа роста и упитанности промысловых рыб. Одновременно с этим возросли уловы.

В связи с зарегулированием стока р. Или и расходом воды на орошение в оз. Балкаш будет наблюдаться падение уровня и увеличение солености, которые весьма отрицательно скажутся на кормовой продуктивности водоема и на воспроизводстве рыбных запасов.

В результате сопоставления ожидаемых изменений в гидрологическом и гидрохимическом режимах озера с экологическими особенностями большинства видов бентоса, составлен прогноз возможных изменений кормовых ресурсов рыб при зарегулировании и сокращении стока р. Или и связанного с этим снижения уровня Балкаша.

Диссертация состоит из введения, семи глав и заключения, изложена на 150 страницах машинописи, иллюстрирована 37 таблицами и 12 рисунками. Литературный указатель включает 190 работ, из них 12 иностранных. Работа выполнена при Казахском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства под руководством канд. биол. наук С.К. Тютенькова, которому автор выражает искреннюю благодарность.

### Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Раннее изучение Балкаша, которое носило зоолого-географическое и топографическое направление, тесно связано с исследованием Семиречья.

Начало рыбохозяйственным исследованиям положила в 1928-1929 гг. экспедиция под руководством П.Ф. Домрачева, которая выявила крупные рыбопромысловые запасы, обосновала перспективность их промышленной эксплуатации, отметила низкую биомассу кормовых ресурсов рыб (Домрачев, 1929, 1933, 1935; Микулин, 1933; Редов, 1933; Янковская, 1933).

С созданием на Балхаше в 1933 г. отделения ВНИОРХ начинаются более глубокие гидробиологические исследования, направленные на изучение качественного состава, количественного распределения гидробионтов по акватории озера и по их использованию рыбами.

Новый этап исследований Балхаша совпадает с началом работ, направленных на обогащение кормовой базы путем интродукции ценных в пищевом отношении беспозвоночных. На основании опытов, проведенных в 1956-1958 гг. С.К. Тютеньковым и в 1965 г. А.М. Самоновым и К.В. Смирновой были составлены биологические обоснования, а затем и успешно осуществлена интродукция мизид, корофид, полихет и моллюсков.

В задачу наших гидробиологических исследований на оз. Балхаш входило изучение видового состава, количественного развития, распределения и сезонной динамики бентоса, процесса акклиматизации кормовых для рыб беспозвоночных и значения бентоса в питании рыб. С 1963 по 1970 гг. путем ежегодной, преимущественно трехкратной, гидробиологической съемки озера на 150 станциях, расположенных на 20 поперечных разрезах, собрано и обработано 1934 пробы бентоса. Для изучения питания и пищевых взаимоотношений рыб исследовано 3774 желудка и кишечника молоди и взрослых рыб. Материал собирался в процессе выполнения темы: "Разработка научных основ развития рыбного хозяйства бассейна оз. Балхаш в условиях комплексного использования водных ресурсов", раздел которой по бентосу, его значению в питании рыб и обеспеченности рыб пищей был поручен автору.

#### Глава II. КРАТКАЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ И ОБЩАЯ ГИДРО- БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗ.БАЛХАШ

Оз. Балхаш расположено в северной части южного Казахстана между  $45^{\circ}00' I$  и  $46^{\circ}50' I$  с.ш.,  $73^{\circ}20' I$  и  $79^{\circ}30' I$  в.д. по Гринвичу. Это один из крупнейших внутренних водоемов страны, занимающий второе место после Байкала. Площадь его 21 тыс.км<sup>2</sup>, протяженность береговой линии 2383 км, наибольшая ширина 70 км.

Для Балхаша характерно два типа берегов. Западные и северные берега высокие, сложенные твердыми палеозойскими породами. Южные и восточные, от залива Карачеган до дельты р. Или, низкие песчаные, местами илистые и тонкие.

Полуостровом Сарысек озеро делится на две части - Восточный и Западный Балхаш. По морфометрическим особенностям котловины П.Ф. Домрачев (1933) все озеро разделил на пять естественно-географических районов. Этого деления мы придерживаемся в своей работе, так как оно наиболее объективно отображает различия условий существования гидробионтов в разных частях озера.

Грунты. Придерживаясь в основном деления донных осадков по Л.Г. Сапожникову (1951), различаем с некоторым уточнением шесть типов грунтов: галька и гравий, песок, песчаный ил, серый ил, доломитовый ил и темно-серый ил с растительными остатками.

Уровенный режим. Оз. Балхаш, как и все другие озера аридной зоны, не имеет постоянного уровня. Изменения его носят циклический характер с достоверным историческим минимумом, приходящимся на 1883-1886 гг. и историческим максимумом - на 1907-1909 гг. Второй относительный минимум наблюдался в 1946 г., когда уровень озера понизился до отметки 340,70 м БС, а второй относительный максимум наступил в 1961 г., когда уровень оказался на отметке 343,00 м БС (Сечной, 1968).

Сезонные колебания уровня воды озера обусловлены притоком речных вод и испарением с поверхности воды. С ноября по май, а в отдельные годы и по июнь идет подъем уровня, понижение его начинается с июля и продолжается по сентябрь, иногда по ноябрь.

Термический режим. Оз. Балхаш находится в условиях континентального климата с относительно жарким летом и суровой зимой. Замерзает озеро в конце ноября - начале декабря, вскрывается обычно в первой декаде апреля. В силу постоянных ветров как прогрев, так и охлаждение происходят быстро. Максимальные температуры воды наблюдаются в июле.

Гидрохимический режим. Оз. Балхаш бессточный водоем. Его питают в основном пять рек: Или (70 % общего годового стока), Каратал, Ащису, Лепса, Аягуз.

Одна из особенностей гидрохимического режима Балхаша - это неоднородность минерализации и химического состава воды по акватории (Коншин, 1945; Тарасов, 1961; Сечной, 1972), которая проявляется в виде последовательного повышения минерализации воды с запада на восток от 500 до 5500 мг/л. При общем увеличении минерализации

концентрация отдельных ионов меняется по-разному. Так, содержание сульфатных ионов и ионов щелочных металлов увеличивается параллельно содержанию ионов хлора, рост магния замедляется, сумма карбонатов и содержание кальция непрерывно падает (Тарасов, 1961; Сечной, 1968).

Кислородный режим благоприятный - 100-104 % насыщения, свободная углекислота в воде или отсутствует или ее содержание не превышает 0,7-1,1 мг/л и только в непосредственной близости к устьям рек достигает 3,7-5,4 мг/л (Сечной, 1970). Величина pH составляет 8,01-9,04, повышаясь с запада на восток.

Водная растительность распространена преимущественно в заливах на мелководье и приустьевых участках рек и представлена 13 видами. Большие площади дна занимают харовые водоросли. Из надводных растений наиболее распространен тростник, камыш озерный, из погруженных - различные виды рдестов, с преобладанием плавающего и курчавого.

Фитопланктон представлен 200 видами и разновидностями водорослей, принадлежащих к шести типам: диатомовые, зеленые, синезеленые, золотистые, пиррофитовые и эвгленовые. Доминируют, как по численности так и по биомассе диатомовые. Средняя биомасса по озеру 2,1 г/м<sup>3</sup> (Тишова, 1972).

Микроорганизмы в оз. Балхаш представлены кокками, спорowymi палочками, бесспорными палочками, азотофиксирующими бактериями, актиномицетами, клетчатковыми и водородоокисляющими бактериями, дрожжами. Общее количество бактерий колеблется от 0,18 до 6,4 млн/мл воды (Новожилова, 1969, 1971).

В зоопланктоне Балхаша насчитывается около 75 видов, принадлежащих к простейшим, коловраткам, ветвистоусым и веслоногим рачкам. Средняя биомасса по озеру 1,23 г/м<sup>3</sup> (Садуакасова, 1972).

Ихтиофауна состоит из 20 видов, принадлежащих к семи семействам: осетровые - шип; карповые - сибирский елец, плотва, белый амур, обыкновенный жерех, лещ, линь, аральский усач, амурский чебачек, амурский лжепескарь, балхашская маринка, серебряный карась, сазан; вьюновые - губач; сомовые - обыкновенный сом; окуневые - обыкновенный судак, берш, балхашский окунь; элетрисы - головешка; бычковые - амурский бычок. Аборигенная ихтиофауна

представлена всего лишь тремя видами: губач, балхашская маринка и балхашский окунь. Уловы рыбы в период 1968-1972 гг. колеблются в пределах 112-140 тыс.ц.

### Глава III. ЭКОЛОГО-СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР АБОРИГЕННОЙ БЕНТОФАУНЫ ОЗ. БАЛХАШ

В силу геологической молодости, а также расположения в зоне песчаной полупустыни состав макрозообентофауны оз. Балхаш беден и состоит из червей, моллюсков и членистоногих.

Черви представлены 9 видами олигохет и тремя видами пиявок. Олигохеты распространены по всему водоему и встречаются как в грунте, так и на растительности. Доминирующие виды олигохет *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap., *Tubifex tubifex* (Müller), *Ilyodrilus bavaricus* Oesch. Пиявки встречаются преимущественно в литоральной зоне на корягах и растительности.

Моллюски представлены девятью видами, принадлежащими к двум классам: *Gastropoda*, *Bivalvia*. Распространены они преимущественно в литоральной зоне, доминируют *Lymnaea stagnalis* (L.), *Planorbis planorbis* (L.), *Lymnaea iliensis* Laz. - эндемик Балхаша.

Членистоногие представлены остракодами, амфиподами, пресноводными клещами и насекомыми. Остракоды (5 видов) распространены по всему водоему, наиболее массовая форма *Cyprideis littoralis* (Brady.). Амфиподы представлены единственным видом *Rivulogammarus lacustris* Sars. Распространен в литоральной зоне. Пресноводные клещи (4 вида) встречаются по всему Балхашу в зарослях макрофитов, наиболее распространены *Limnochares aquatica* L., *Hydrachna crenata* Müller.

Насекомые самая многочисленная по количеству видов группа беспозвоночных, состоит из восьми отрядов: стрекоз, поденок, клопов, жуков, настоящих сетчатокрылых, ручейников, бабочек и двукрылых.

Стрекозы представлены 13 широкораспространенными видами, встречаются по зарослям макрофитов. Доминируют *Ischnura elegans* Vand., *Ephallagma cyathigerum* Sharp., *Coenagrion concinnum* Joh.

Поденки (4 вида) встречаются в литорали среди растений и камней, доминируют *Ordella macrura* Steph., *Cloëon dipterum* (L.).



Водяные клопы (7 видов) встречаются в литоральной зоне. Доминируют широкораспространенные виды, как *Micronecta minutissi* - ma L., *Corixa affinis* Leach., *Notonecta glauca* L.

Жуки (7 видов), как и клопы сосредоточены в зоне зарослей, наиболее многочисленный вид *Gyrinus marinus* Cyll.

Личинки настоящих сетчатокрылых встречаются очень редко по опресненным предустьевым участкам и представлены всего лишь I видом *Sisyrta fuscata* Far.

Личинки ручейников многочисленны, расселены от уреза воды до 3 метровых глубин, представлены 8 видами. Наиболее часто встречается и широко распространен *Cyrtus flavidus* Mc.L.

Из личинок бабочек отмечены два вида - *Nymphula nymphæta* L., *Acentropus niveus* Oliv., распространенных в литоральной зоне.

Двукрылые представлены личинками слепней, кулицид, гелеид и хирономид. Последние самые многочисленные из всех бентосных беспозвоночных - 47 форм. Заселяют все биотопы. Доминируют по численности *Tanytarsus gr.lobatifrons* Kieff., *T.gr.mancus* v.d.Nulp., *Cryptochironomus gr.fuscimanus* Kieff., *Cr.gr.defectus* Kieff., *Chironomus f.l.plumosus* L., *Ch.f.l.salinaris* Kieff., *Pelopia punctipennis* Mg.

Аборигенная бентофауна Балхаша состоит из широкораспространенных представителей пресных вод палеарктики и одного эндемика.

#### Глава IV. ОБЗОР АККЛИМАТИЗАЦИИ КОРМОВЫХ ДЛЯ РЫБ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ОЗ. БАЛХАШ

Акклиматизация мизид. Мизиды перевезены в оз. Балхаш в количестве 300 тыс. экземпляров из дельты Дона в западную часть Балхаша весной 1958 г. Первая же проверка в 1959 г. показала исключительный эффект этого мероприятия - мизиды заселили западную половину Балхаша и в восточную проникли до островов Коржун и Ульгарахты. С каждым годом граница расселения мизид продвигалась в восточную осолоненную часть озера. В настоящее время в озере обитает четыре вида мизид - *Paramysis (M) intermedia* Czern., *P.(M) kowalevskyi* Czern., *P.(M) ullskyi* Czern., *P.baeri* Czern.

Самой многочисленной и заселившей весь Балхаш оказалась *P.(M) intermedia*, которая выдерживает соленость балхашской во-

ды в пределах 500-5500 мг/л. Второй по численности и распространённости вид *P.(M) kowalevskiy* встречается по всему Западному Балхашу, а в Восточном до залива Чемышкуль (при солёности от 500 до 3500 мг/л). *P.(M) ullskiy* по численности уступает предыдущим видам, ареал совпадает с расселением *P.(M) kowalevskiy*. Самый чувствительный к солёности балхашской воды *P.baeri* заселил Западный Балхаш и на восток проник до залива Бозврал, где солёность воды до 2100 мг/л. Мизиды встречаются от уреза воды до 20-метровой глубины. Наивысшая биомасса их наблюдалась в 1962 и 1965 гг. и соответственно имела в Западном Балхаше величины 3,14 и 2,64, а в Восточном 3,52 и 2,28 г/м<sup>2</sup>. В 1970 г. биомасса мизид в Западном Балхаше составляла 0,91 г/м<sup>2</sup>, а в Восточном - 0,45 г/м<sup>2</sup>. Процесс акклиматизации мизид в Западном Балхаше завершился на пятый-шестой годы после вселения, а в Восточном еще продолжается.

Акклиматизация корофид. Корофиды - *Cerophium curvispinum* Sars - завезены в 1962 г. из дельты Дона и выпущены в бухте Майтан (Западный Балхаш) и заливе Узунарал (Восточный Балхаш) в количестве 90 тыс. экз. Впервые обнаружены в 1966 г. В настоящее время они заселили западную часть Балхаша, а на восток проникли до залива Карабас, где солёность воды составляет 2900 мг/л. Колонии биомассы корофид за период с 1968 по 1970 гг. составляет 0,09-0,7 г/м<sup>2</sup>. В 1970 г. биомасса их в I районе составляла 0,7, во II - 0,24 и в III - 0,23 г/м<sup>2</sup>. В настоящее время в Западном Балхаше завершается последняя фаза акклиматизации корофид - натурализация, в Восточном - этот процесс находится в фазе освоения биотопа и увеличения численности (Карневич, 1960; Иоганзен, 1963).

Акклиматизация полихет. Полихеты *Nuana invalida* (Grube), *Nuaniola kowalevskii* (Grimm) завезены одновременно с корофидами в 1962 г. в количестве I млн. экз. Акклиматизация их идет медленно, за семь лет, начиная с 1966 г. они заселили только Западный Балхаш. Встречаются на всех грунтах, но предпочитают или. Биомасса их в 1970 г. составляла в I районе 0,45, а во II - 0,09 г/м<sup>2</sup>. Акклиматизация полихет находится в фазе освоения биотопа и увеличения численности.

Акклиматизация моллюсков. Моллюск - *Monodasna colorata* (Mich.) завозился дважды. В августе 1966 г. доставлен из Карповского водохранилища в количестве 2500 экз., выпуск произведен в рай-

оие мыса Агалык и бухте Мынарал. Второй раз монодакна завезена из дельты Дона летом 1967 г. в количестве 12 тыс. экз., выпуск осуществлен на выходе из бухты Малый Сарычеган.

Монодакна прекрасно прижилась в западной опресненной половине Балхаша, заселив серые и песчаные илы (Воробьева, Самонов, 1972). На следующий год мы находили массу отродившейся молоди. В 1970 г. биомасса ее в I районе составляла 5,40, а во II - 6,16 г/м<sup>2</sup>.

*Anodonta ocellensis* (Schröter) и *A. cygnea* (L.) случайные вселенцы, предполагаем, что они попали глохидиями на жабрах судака при его перевозке из р. Урал в 1957 г. Встречаются только по протокам р. Или.

С акклиматизацией мизид, корофиид, полихет и моллюсков не только обогатился видовой состав бентоса, но и существенно повысилась общая кормность водоема. Средняя биомасса бентоса в 1970 г. по сравнению с 1958 г. в первом районе возросла с 0,26 до 10,0 г/м<sup>2</sup>, во втором - с 0,36 до 8,12 г/м<sup>2</sup>. Кормовая база рыб улучшилась, обеспечив значительное увеличение стада промысловых рыб, в частности бентофагов. Так, если до вселения беспозвоночных в Балхаше рыбодобыча колебалась в пределах 80-100 тыс.ц. (Каженбеев, 1967), то в 1969-1970 гг. составила 135-140 тыс.ц.

#### Глава V. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БЕНТОСА ОЗ. БАЛХАШ

Распределение бентических беспозвоночных находится в тесной зависимости от донных биотопов.

Биотоп серого ила является господствующим, наиболее широкого распространения достигает в первом районе. Во все сезоны года заселен олигохетами (*I. hammoniensis*, *T. tubifex*, *L. hoffmeisteri*), полихетами (*H. invalida*, *H. kowalevskii*), мизидами (*P. (M) kowa - levskii*), личинками хирономид (*Cr. gr. defectus*, *Ch. f. l. plumosus*, *Ch. f. l. salinarius*), моллюсками (*M. colorata*). Средняя биомасса бентоса весной 9,69 г/м<sup>2</sup>, летом за счет увеличения численности полихет, моллюсков, мизид и корофиид возрастает до 11,79 г/м<sup>2</sup>, а осенью составляет 8,16 г/м<sup>2</sup>.

Биотоп песчаного ила занимает второе место по площади дна. Первичноводные беспозвоночные на нем представлены червями, мизидеми, корофидами и моллюсками. Из вторичноводных встречается 20 видов личинок хирономид из 47 обитающих в Балхаше. Средняя биомасса бентоса весной  $7,66 \text{ г/м}^2$  при численности  $885 \text{ экз/м}^2$ . В летний период происходит значительное увеличение числа видов личинок хирономид, но биомасса их падает с  $4,42 \text{ г/м}^2$  весной до  $0,38 \text{ г/м}^2$ . Значительно снижается численность и биомасса олигохет, биомасса моллюсков, мизид и корофиид возрастает. Средняя биомасса бентоса составляет  $6,28 \text{ г/м}^2$ . Осенью качественный состав бентофауны, за исключением личинок хирономид, не меняется. Наблюдается увеличение численности бентоса при незначительном росте биомассы, что объясняется преобладанием в этот период в фауне отродившейся молодежи. Средняя биомасса бентоса равна  $5,10 \text{ г/м}^2$  при численности  $1074 \text{ экз/м}^2$ .

Биотоп песка по площади занимает третье место. Население его характеризуется бедностью видового состава. Весной оно состоит из червей, ракообразных, моллюсков и личинок хирономид. Средняя биомасса бентоса  $2,19 \text{ г/м}^2$  при плотности  $947 \text{ экз/м}^2$ . Основу составляют мизиды -  $0,58 \text{ г/м}^2$  и личинки хирономид -  $0,88 \text{ г/м}^2$ . Летом наблюдаются изменения, из четырех видов мизид, встречающихся весной, отмечены - *P. (M) intermedia*, *P. (M) kowalevskyi*, *P. baeri*, личинки хирономид представлены *Cr.gr.defectus*, *Ch.f.l. salinarius*, *S.gr.silvestris* и др. первой и второй стадий развития. В июле-августе происходит сильное нарастание численности корофиид за счет их бурного размножения. Средняя биомасса бентоса в этот период  $2,83 \text{ г/м}^2$  при плотности населения  $775 \text{ экз/м}^2$ . Осенью по сравнению с летом, численность бентоса чуть выше, но биомасса бентоса возрастает за счет роста организмов и особенно моллюсков (цветной моллюск) составляя в среднем  $3,77 \text{ г/м}^2$ .

Биотоп доломитового ила встречается только в IV и V районах, занимая дно глубоководных участков. По видовому составу бентос этого биотопа самый бедный. Из 130 встречающихся в озере видов бентоса здесь обитает только девять - *T.tubifex*, *L.auricularia* var. *bactriana*, *P. (M) intermedia* (очень редко), *Ps.gr.medius*, *Cr.gr.defectus*, *Gl.polytomus*, *Ch.f.l.salinarius*, *P.punctipennis*, *Procladius* sp. Такое обеднение фауны объясняется очевидно свое-

образом механического и химического состава этого типа грунта, Средняя биомасса бентоса составляет весной  $6,38 \text{ г/м}^2$ , летом  $4,14 \text{ г/м}^2$  и осенью  $4,06 \text{ г/м}^2$ .

Биотоп темно-серого ила с растительными остатками занимает дно заливов и бухт. В зарослях макрофитов на темно-серых илах обитает более 90 % видов макрозообентоса, населяющего озеро. В апреле-мае биомасса беспозвоночных составляет  $4,19 \text{ г/м}^2$ , летом  $4,17 \text{ г/м}^2$ , а осенью снижается до  $2,60 \text{ г/м}^2$ .

На биотопе прибрежных камней встречается ограниченное число видов. Основные обитатели его бокоплавы, личинки поденок и ручейников, пиявки, мелкие формы личинок хирономид, а также моллюски. Летом население биотопа достигает максимального развития - плотность  $400-580 \text{ экз/м}^2$  при биомассе  $1,38-1,51 \text{ г/м}^2$ . Осенью с наступлением похолодания и понижением температуры воды численность и биомасса резко падает, составляя всего  $60-80 \text{ экз/м}^2$  и  $0,02-0,03 \text{ г/м}^2$ .

Если учесть площади, занимаемые отдельными биотопами и остаточную массу бентоса, то получается, что в отношении продуктивности бентоса наибольшее значение имеют серые и песчаные илы. Из общей валовой биомассы бентоса  $125,06$  тыс. т на долю серого ила приходится  $62,5$ , а на песчаные илы -  $37,6$  тыс. т. Рассматривая распределение бентоса по районам озера можно отметить, что наиболее продуктивны биотопы в первом и втором районах озера, где биомасса бентоса за счет акклиматизированных полихет, моллюсков, мизид и корофид достигает соответственно  $10,0$  и  $8,12 \text{ г/м}^2$ . Если характеризовать остаточную биомассу бентоса по Западному и Восточному Балхашу, то в западной опресненной половине озера она почти в 4 раза выше и соответственно равна  $9,06 \text{ г/м}^2$  и  $2,3 \text{ г/м}^2$ , что объясняется меньшей численностью на востоке акклиматизантов. Последнее зависит от своеобразного солевого состава воды восточной половины оз. Балхаш.

Анализ сезонных изменений бентоса по районам озера показывает, что для районов Западного Балхаша характерно наращивание биомассы первичноводных беспозвоночных от весны к лету и некоторое снижение к осени, не смотря на увеличение численности. Доминирующие группы бентоса во все сезоны года мизиды, корофииды и моллюски. Для районов Восточного Балхаша и особенно IV и V характерно резкое падение летней биомассы за счет вылета имагинальных стадий хирономид, составляющих основу бентоса.

Существенное значение в рыбопродуктивности озера имеют многочисленные заливы и разливы заросшие макрофитами. Они служат местом размножения и нагула почти всех промысловых рыб, бентофауна развивается в них интенсивно, представляя значительный резерв кормовых ресурсов Балхаша. Биомасса бентоса в них колеблется в Западном Балхаше от 24,14 до 6,78 г/м<sup>2</sup>, а в Восточном в пределах 5,65-3,37 г/м<sup>2</sup>.

Численность и биомасса не могут полностью характеризовать бентос как кормовую базу рыб. Необходимо знать ее ежегодную продукцию. Специальных работ по определению продукции бентоса оз. Балхаш не проводилось, но по литературным данным (Lundbek, 1926; Воробьев, 1949; Грезе, 1951; Шорыгин, 1952; Соколова, 1968; Тютенников, Шендрик, 1970; Chambers, 1972 и др.) известно, что в большинстве водоемов отношение продукции бентоса к его биомассе равно для червей 2,02, моллюсков 1,5; ракообразных 3,2; личинок хирономид 3; ручейников и поденок 3. Принимая для Балхаша коэффициенты Р/В равными вышеуказанным величинам, мы высчитали продукцию бентоса за ряд лет (табл. I), начиная с 1958 г. - года начала акклиматизации беспозвоночных.

Таблица I

Многолетние колебания валовой продукции бентоса оз. Балхаш

Г о д ы	Остаточная летняя био-масса бентоса кг/га	Годовая продукция кг/га	Площадь озера тыс. кв. км	Валовая продукция бентоса, тыс. т
1958	13,0	35,3	19,1	67,7
1963	26,0	87,7	20,0	175,4
1964	33,0	99,3	20,0	198,6
1965	36,5	109,6	21,2	232,9
1966	16,0	48,0	21,0	112,1
1967	27,0	60,4	21,2	128,4
1968	34,4	96,4	20,8	200,9
1969	35,0	104,8	21,2	223,0
1970	59,4	151,0	21,2	321,3

Из таблицы видно, что за счет акклиматизации беспозвоночных биомасса возросла в 4,5 раза, а валовая продукция бентоса в 4,9 раза.

За последние десятилетия вылов рыбы в Балхаше колебался в пределах 100-140 тыс.ц. В 1970 г. добыто 131,6 тыс.ц. из них 70,5 % составили бентофаги (сазан, лещ и др.), 2,4 % растительноядные (маринка) и 26,8 % хищники (судак, жерех, сом). Зная вылавливаемое количество хищников и принимая их кормовой коэффициент равным 5,1 (Фортунатова, 1955), можно высчитать количество мирных рыб, примерно съеденных ими:  $42,03 \times 5,1 = 214,35$  тыс.ц. Считая, что промыслом изъято из Балхаша 87,4 тыс.ц. мирных рыб бентофагов плюс количество их, съеденное хищными рыбами получим:  $214,35 + 87,4 = 301,75$  тыс.ц. Таким образом в 1970 г. из оз.Балхаш было изъято около 300 тыс.ц. рыб бентофагов. Если принять кормовой коэффициент их равным 7 (Черфас, 1934), то можно подсчитать количество бентоса (т.к. в Балхаше планктофаги отсутствуют), потребного на воспроизводство указанной выше иктиомассы. Оно составит приблизительно 210 тыс.т. Следовательно, можно считать, что в 1970 г. в Балхаше на пополнение и изъятие промыслом и хищными рыбами воспроизведено 300 тыс.ц. рыб бентофагов, которые потребили 210 тыс.т бентоса. По нашим же подсчетам валовая продукция бентоса составляет 321,3 тыс.т. Следовательно, благодаря успешной акклиматизации кормовых беспозвоночных в Балхаше создан к настоящему времени даже некоторый резерв в составе бентоса. Естественно, приведенные расчеты не претендуют на большую точность, но они показывают порядок величин, с которыми мы имеем дело.

#### Глава VI. ЗНАЧЕНИЕ БЕНТОСА В ПИТАНИИ РЫБ

По данным лаборатории иктиологии КазНИИРХ иктиофауна Балхаша представлена 20 видами, из которых девять типичные бентофаги, а другая часть потребляет бентосных беспозвоночных на стадии сеголетков и годовиков. В настоящей главе подробно рассматривается питание основных промысловых, наиболее массовых видов сорных рыб и кратко всех остальных.

Сазан. Типичный бентофаг, но при недостатке корма в значительной степени поедает растительность (Бурмакин, 1963; Тютенков, 1959; Воробьева, 1968, 1970). В западной части Балхаша, где бентос богаче по сравнению с восточной, основу его пищи составляют животные корма и преимущественно монодакна - 61,3-98,0 %, а в восточной части пища на 75-100 % состоит из остатков высшей водной растительности. Сеголетки сазана питаются преимущественно планктонными ракообразными и мелкими формами бентоса, значение последних возрастает с увеличением размеров молоди.

Восточный лещ. Типичный бентофаг. В западной части Балхаша основу питания составляют корофииды, моллюск монодакна и мизиды, в Восточном Балхаше он питается мизидами и личинками хирономид. Пищевой комок сеголетков леща из Западного Балхаша состоит из планктонных ракообразных, молоди корофиид и личинок хирономид, а в Восточном Балхаше спектр питания шире за счет мизид и мелких личинок поденок. С увеличением размеров снижается значение планктонных ракообразных и возрастает значение бентоса.

Плотва. Половозрелые особи подвергались анализу только из Западного Балхаша. Анализ кишечника показал, что у плотвы из открытых плесов кишечника на 47,7 % наполнены монодакной, остальную часть пищевого комка составляют водоросли и детрит. У рыб из мелководных районов 79,2 % составляют водоросли, в основном харовые, и только 20,8 % приходится на бентос. Молодь плотвы, как и молодь других рыб Балхаша, держится в мелководной зоне, спектр питания ее очень близок с лещом и сазаном, 18,0-37,0 % составляет фитопланктон и остатки макрофитов, 7,6-12,0 % зоопланктон и 51,0-74,4 % - мелкий зообентос.

Балхашская маринка. С акклиматизацией в западном Балхаше моллюсков в питании маринки произошли существенные изменения. У нее в открытом плесе озера 90 % по весу составляет монодакна. Пища балхашской маринки из Восточного Балхаша представлена исключительно растительностью. Питание молоди балхашской маринки состоит из водорослей, зоопланктона и мелких личинок хирономид.

Ш и п - в западной части Балхаша питается монодакной, мизидами и изредка крупными личинками хирономид, а на востоке пищевой комок состоит из мизид и личинок хирономид.



Сибирский елец, серебряный карась, аральский усач, линь и белый амур в уловах встречаются единичными экземплярами, поэтому подробно на их питании не останавливаемся, следует только указать, что елец, серебряный карась и линь имеют смешанное питание, аральский усач - моллюскоед, а белый амур - растительноядный.

Хищные рыбы в возрасте сеголетков и годовиков почти полностью питаются (60-100 %) бентосом, в основном мизидами.

Особое внимание уделяется сорным рыбам китайского комплекса, попавшим в Балхаш через р. Или из Алма-Атинского прудхоза.

Головешка. Имеет смешанное питание. В мае, в период массового икротетания карповых, икра и личинки рыб составляют 32 %, в июле с окончанием массового нереста, увеличением линейных размеров и подвижности мальков рыб процентное содержание последних составляет 13,2 %. Бентос (мизиды и личинки хирономид) в питании составляет 66-80 %.

Амурский бычок. Спектр питания, как и у головешки, имеет смешанный характер. Питается бентосом (мизиды, поденки и личинки хирономид) и личинками рыб, с преобладанием первого - 94 %.

Амурский чебачек. Это самый многочисленный и широко распространенный вид рыб китайского комплекса. В мае на лещево-сазаньих нерестилищах выедает икру, содержание которой составляет 40 %. Летом с окончанием нереста рыб, спектр питания расширяется, причем, значение мальков рыб составляет 11,8 %, бентоса - 82,1 %.

Амурский желескарь - встречается редко, пища состоит из разнообразных водорослей.

Пятнистый губач. Основу питания (82,3 %) составляет животная пища, 27,7 % приходится на растительность.

Установив весовые отношения различных компонентов пищи в рационе рыб, мы определили их значение для продуцирования ихтиомассы. Сопоставляя эти данные с процентными отношениями биомассы отдельных кормовых объектов, получили значение степени использования имеющихся в водоеме кормов (Грезе, 1957).

Основная масса рыбопродукции в оз. Балхаш образуется за счет бентоса. Если учесть, что еще все рыбы съеденные хищниками,

а также сорные рыбы в свою очередь питаются бентосом, то можно понять несколько велика его роль в наращивании ихтиомассы.

Наиболее интенсивно используются рыбами моллюски и мизиды. Вхождение в пищевой рацион рыб высококалорийного корма, каким являются акклиматизированные беспозвоночные, привело к улучшению линейного и весового роста сазана и леща (Воробьева, Самионов, Цыба, 1970; Цыба, 1971). Средняя навеска у одновозрастных рыб за период с 1963 по 1972 гг. возросла у леща с 263 до 371 г, а у сазана с 700 до 1440 г.

## Глава VII. ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ БЕНТОСА В СВЯЗИ С ГИДРОСТРОИТЕЛЬСТВОМ НА РЕКЕ ИЛИ

Уровеньный режим оз. Балхаш полностью зависит от притока речных вод. В 1970 г. начато заполнение Капчагайского водохранилища с площадью зеркала 1847 км<sup>2</sup> и объемом 28,14 км<sup>3</sup>, построенного на основной водной артерии р. Или. На базе водохранилища планируется широкое развитие орошаемого земледелия. Интенсивность забора воды из других рек балхашского бассейна с каждым годом увеличивается. В результате всего этого уровень озера Балхаш к 1975 г. понизится на 1,8 м от современной отметки 342,68 м БС, площадь водной поверхности сократится на 3,45 тыс. км<sup>2</sup>, к концу 1980 г. уровень Балхаша установится на отметке 340,0 м БС, уровень озера понизится на 2,4 м, а площадь сократится на 4,8 тыс. км<sup>2</sup> (Тленбеков, 1971).

Зарегулирование стока воды р. Или вызовет уменьшение наблюдающегося в настоящее время переноса воды из западной части в восточную, что в свою очередь вызовет повышение минерализации по всему водоему. Так к 1975 г. минерализация воды в Западном Балхаше составит 1775 мг/л, а в Восточном 4040 мг/л. К 1980 г. она возрастет соответственно до 2100 и 4350 мг/л (Сечной, 1972).

Падение уровня озера и сокращение его площади вызовет обсыхание зарослей как подводных, так и надводных растений. В основном останутся только заросли харовых водорослей, образующих подводные луга на глубине трех и более метров. Произойдет

полное отшнуровывание и постепенное высыхание огромных разливов юго-восточного побережья озера, являющихся не только местом нереста, но и местом нагула большинства рыб. Рыбное население на период 5-7 лет, до частичного восстановления водных зарослей, лишится нерестилищ и мест нагула.

С понижением уровня, повышением минерализации воды произойдут существенные изменения в распределении и количественном развитии бентоса, это скажется на чувствительных к солености балхашской воды вселенцах. В частности, повышение солености будет препятствовать проникновению полихет в восточную часть Балхаша. Их ареал ограничится соленостью 2,8 г/л. Сократится ареал моллюсков, аборигенные виды (прудовики, балхашская битиния) сосредоточатся в устьях рек. Ареал цветной монодакны сдвинется на юг и будет ограничен пределами солености первого района.

Ареал мизид *P.(M) kowalevskyi*, *P.(M) ullskyi* также сократится. Их расселение на восток не пойдет далее островов Коржун и Ультарахты. Расселение *P.baeri* будет ограничено только Западным Балхашом. *P.(M) intermedia* в настоящее время заселившая весь водоем, также сократит ареал, и восточная граница ее будет находиться на траверзе заливов Майкамыс-Каракуль.

Корофииды будут встречаться в первых двух районах Западного Балхаша и на небольшой площади в начале третьего района, а в четвертом - останутся только в опресненных участках р. Каратал.

На распространение аборигенных личинок насекомых осолонение воды почти не окажет влияния. Сократится ареал лишь некоторых чисто пресноводных форм ручейников, бабочек и некоторых личинок хирономид.

Наиболее существенное влияние на биомассу бентоса окажет падение уровня, исчезновение современной литоральной зоны. Наибольшее сокращение биомассы бентоса будет наблюдаться в мелководном Западном Балхаше, где при понижении уровня на 1,3 м площадь сократится на 2,0 тыс.км<sup>2</sup>, а биомасса бентоса на 145,6 тыс.ц. При 2,3 метровом понижении обсохнет вся зона растительности (3,3 тыс. км<sup>2</sup>) и сокращение кормовой базы выразится цифрой 211,9 тыс.ц.

Остаточная биомасса бентоса в этот период не сможет обеспечить кормом современное промысловое стадо рыб и нехватка его скажется

в свою очередь на снижении упитанности, темпа роста рыб, населяющих водоем.

С целью пополнения убыли кормовых ресурсов бентоса в ближайшие 2-3 г. необходимо подобрать кормовые объекты для рыб, которые могли бы жить в зоне профундали и создавать большую биомассу. Одним из таких объектов могут быть nereidy из Аральского моря. Как показали опыты, проведенные А.М. Самоновым (1970), эти полихеты обладают очень хорошей выживаемостью. Они способны выдерживать соленость балхашской воды от 1,3 до 4,4 г/л. Последняя цифра соответствует современной солености пятого, самого восточного района озера.

Для более точных расчетов ожидаемого ущерба кормовым ресурсам рыб при понижении уровня озера и ухудшении гидрологического и гидрохимического режимов следует поставить ряд опытов на выживание беспозвоночных, особенно аборигенов, в балхашской воде ожидаемой максимальной солености.

## ВЫВОДЫ

1. Аборигенная фауна бентических беспозвоночных оз. Балхаш состоит из широкораспространенных форм палеарктического комплекса. Бедность ее видового состава связана с геологической молодостью самого водоема. Бентофауна озера за последние годы пополнилась представителями понто-каспийской фауны: четырьмя видами мизид, двумя видами полихет, одним видом корофиид и тремя видами моллюсков.

2. Акклиматизация беспозвоночных в Балхаше прошла весьма успешно и для некоторых из них завершилась натурализацией.

3. Состав доминирующих видов, численность и биомасса бентоса как по отдельным биотопам, так и районам испытывают значительные сезонные изменения.

4. Валовая биомасса бентоса Балхаша в настоящее время составляет приблизительно 125 тыс.т, а его ежегодная продукция около 321 тыс.т.

5. Из двадцати видов рыб, обитающих в Балхаше, девять питаются бентосом, остальные потребляют бентосных беспозвоночных на стадии сеголетков и годовиков.

6. Акклиматизированные беспозвоночные прочно вошли в рацион многих видов рыб. Так мизиды встречаются у 10 видов рыб, монодакна у пяти видов и корофииды - у шести видов рыб. Полихеты также играют большую роль в питании рыб бентофагов, но в связи с быстрой перевариваемостью в кишечниках, точнее определить их значение не представилось возможным.

7. В связи с увеличением кормовой базы рыб бентофагов улучшился их линейный и весовой рост. Значительно повысилась общая рыбопродуктивность озера.

8. В результате акклиматизационных работ бентос в настоящее время обеспечивает кормом рыб, населяющих оз. Балхаш и даже создается некоторый резерв кормовых ресурсов.

9. Наибольшее сокращение биомассы бентоса при падении уровня воды будет наблюдаться в мелководном Западном Балхаше, где при понижении уровня на 1,3 м площадь (в основном зона растительности) сократится на 2,0 тыс. км<sup>2</sup>, а биомасса бентоса на 136,0 тыс. ц. При 2,3 метровом понижении из строя выйдет зона растительности (3,3 тыс. км<sup>2</sup>) и сокращение валовой биомассы бентоса будет выражаться цифрой в 211,9 тыс. ц. Таким образом, общая биомасса бентоса при падении уровня на 2,3 м сократится более чем на 25 %, что приведет к нехватке кормов и вызовет в свою очередь снижение упитанности, темпа роста и численности рыб, населяющих водоем.

10. Материалы, изложенные в настоящей диссертации могут быть использованы при прогнозировании изменения рыбных запасов в озере Балхаш в связи с регулированием стока р. Или, снижением уровня озера, сокращением его площади, изменением его гидрологического и гидрохимического режима.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с успешной акклиматизацией рыб и беспозвоночных в ихтиофауне и кормовой базе рыб оз. Балхаш произошли существенные изменения. Ни в одном другом рыбохозяйственном водоеме ихтиофауна и кормовые ресурсы рыб не подвергались столь значительным и коренным изменениям, как в оз. Балхаш. Всестороннее изучение процесса

акклиматизации рыб и беспозвоночных в Балхаше имеет огромное значение для теории и практики акклиматизации.

Настоящая наша работа рассматривается нами как первый этап в изучении результатов акклиматизации. Наряду с качественным составом, количественным развитием, сезонной и многолетней динамикой бентоса нами исследованы процесс расселения, изменения численности и биомассы, роль в бентосе и питании рыб кормовых беспозвоночных, акклиматизировавшихся в Балхаше. Следующим этапом изучения результатов акклиматизации беспозвоночных, по нашему мнению, должно быть всестороннее изучение биологии, морфологических изменений акклиматизантов под влиянием среды обитания в новых условиях, изучение взаимоотношений аборигенной фауны и акклиматизантов. На основе всестороннего изучения биологии необходимо приступить к изучению их биопродуктивности. В связи с этим нами начаты исследования биологии и продуктивности мивид, как наиболее массовых акклиматизантов.

Изменения в гидрологии оз. Балхаш в связи с гидростроительством и забором воды на нужды орошения повлияют отрицательно на его гидрофауну и вызовут снижение кормовых ресурсов рыб. В связи с этим предстоят большие работы по подбору и акклиматизации новых видов беспозвоночных, способных в ожидаемых условиях повышения солености балхашской воды успешно размножаться, создавая большую биомассу.

Путем проведения мелиоративных, рыбоводных мероприятий и рационального промысла рыб рыбохозяйственная наука добивается значительного повышения численности промыслового стада рыб. Для обеспечения его кормовыми ресурсами недостаточно проведения только акклиматизации кормовых беспозвоночных. В планах КазНИИРХа на перспективу предусматриваются исследования по широкому применению минеральных удобрений для повышения кормовых ресурсов рыб в оз. Балхаш.

В связи с вышеизложенным настоящая наша работа является только начальным этапом в большой и очень важной работе по поддержанию на высоком уровне рыбопродуктивности оз. Балхаш.

ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

1. Значение мизид в питании рыб оз. Балхаш. Сб. "Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование", вып. 5, Алма-Ата, 1966, стр. 207-212.
2. Некоторые данные по численности и расселению мизид в озере Балхаш. Сб. "Биологические основы рыбного хозяйства на водоемах Средней Азии и Казахстана", Алма-Ата, 1966, стр.144-148.
3. Об изменениях в бентосе и питании рыб оз. Балхаш в связи с акклиматизацией мизид. Гидробиологический журнал, 1967, т.3, № 3, стр. 48-54 (в соавторстве с С.К. Тютеньковым и А.М. Самоновым).
4. Качественный состав и количественное распределение бентоса в озере Балхаш по данным гидробиологической съемки 1964-1965 гг. Сб. Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование, вып.6, Алма-Ата, 1970, стр. 130-136.
5. Питание бентосоядных рыб озера Балхаш. Сб. Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование, вып. 6, Алма-Ата, 1970, стр. 137-141.
6. Питание и пищевые взаимоотношения рыб озера Балхаш. Сб. Биологические основы рыбного хозяйства республики Средней Азии и Казахстана, Алма-Ата, 1970, стр. 231-236.
7. Питание сазана, леца и балхашской маринки в связи с акклиматизацией в Балхаше цветной монодакны. Сб. работ Казахстанского филиала ВГБО, Алма-Ата, 1970, стр. 60-65.
8. Распределение бентоса по районам и биотопам озера Балхаш (данные 1968-1969гг). Сб. Биологические основы рыбного хозяйства республики Средней Азии и Казахстана, Алма-Ата, 1970, стр. 236-241.
9. Акклиматизация кормовых беспозвоночных в озере Балхаш и потребление их рыбами. Сб. Акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР, Фрунзе, 1972, стр. 187-190.

