

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 574+639.2.6

А. Н. Анурьева, В. Н. Цой

ОБОГАЩЕНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ОЗЕРА БАЛХАШ

Оценка современного состояния бентофауны оз. Балхаш показывает, что основу биомассы западной части водоема формирует акклиматизант – моллюск цветная монодакна *Monodacna colorata*. Отмечается тенденция к снижению количественного развития моллюсков. Выявлены две основные причины, повлиявшие на сокращение численности монодакны: активная элиминация моллюска в результате роста численности сазана; увеличение интенсивности лова рыбы закидными неравнокрылыми неводами в режиме траления. С продвижением в восточную часть озера, вследствие выпадения из состава бентофауны монодакны, корофид и полихет, биомасса бентоса снижается в 13–20 раз. Господствуют в бентосе аборигенные эвригаллинные личинки хирономид. В силу отсутствия моллюсков и слабого развития корофид рыбы-бентофаги (сазан, лещ, вобла, карась) Восточного Балхаша потребляют макрофиты и детрит. Прогнозируется значительное сокращение водности р. Или вследствие планируемого увеличения водозабора из реки со стороны Китая. Это приведет к обеднению бентофауны и снижению кормности водоема. Увеличение пищевой конкуренции вызовет снижение темпа роста рыб-бентофагов. Установлено, что в многоводный период, который длится с 1998 г. по настоящее время, существенных качественных изменений в питании бентосоядных рыб не происходит. Заметные перестройки в структуре донных биоценозов и обеспеченности кормом рыб могут произойти в водоеме в средние и маловодные годы. В целях увеличения биопродуктивности оз. Балхаш предлагается интродукция многочетинковых червей – полихет *Nereis diversicolor* и двустворчатого моллюска *Abra ovata* из Аральского моря. Учитывая, что значительные площади песчаных илов и илистых песков заселены слабо, целесообразно проводить акклиматизационные работы в восточной части оз. Балхаш.

Ключевые слова: озеро Балхаш, макрозообентос, биомасса, питание рыб, потенциальная рыбопродуктивность, минерализация, аральские беспозвоночные, полихеты и двустворчатые моллюски.

Введение

Озеро Балхаш – мелководный бессточный водоем площадью более 20,0 тыс. км², расположен в зоне аридного климата. Естественной перемычкой – полуостровом Узунарал – водоем разделяется на две части – на Западный и Восточный Балхаш. Озеро питается водой пяти рек, крупнейшая из них, р. Или, берет начало на территории Китайской Народной Республики (КНР) и впадает в Западный Балхаш, ее сток обеспечивает почти 80 % притока воды в водоем. В восточную половину озера впадают четыре реки – Каратал, Аксу, Лепсы и Аягуз.

В озере отмечается градиент солености с запада на восток. Общая соленость невелика. В западной половине она колеблется от 0,7 до 2,1 г/дм³, на востоке постепенно достигает 5,0 г/дм³, в отдельные годы увеличивается до 7,0 г/дм³.

В период до акклиматизации новых видов низших гидробионтов (1956–1958 гг.) аборигенная бентофауна оз. Балхаш была представлена червями (олигохетами) и членистоногими (комары, стрекозы, поденки, ручейники и др.). В их составе преобладали личинки хирономид (39 видов). Из первичноводных беспозвоночных в озере встречались гаммарусы и брюхоногие моллюски, обитающие в зоне зарослей. Их общая биомасса была невелика и находилась в пределах 1,08–1,30 г/м² [1].

Современный зообентос оз. Балхаш представлен в основном акклиматизантами. Работы по обогащению донной фауны водоема проводились в течение восьми лет – с 1958 по 1965 г.

Всего в озеро было вселено и прижилось восемь видов беспозвоночных каспийского комплекса: высшие ракообразные – мизиды *Paramysis intermedia*, *P. lacustris*, *P. baeri*, *P. ullskyi* и корофииды *Corophium curvispinum*, полихеты-амфаретиды *Hypania invalida*, *Hypaniola kowalewskii* и двустворчатый моллюск *Monodacna colorata*.

В 1983–1985 гг. из Капшагайского водохранилища первоначально в водоемы дельты р. Или, а затем и в оз. Балхаш проникли еще два вида ракообразных – гаммарус *Dikerogammarus haemobaphes* и креветка *Palaemon superbus* из отряда десятиногих раков.

Благодаря слабой видовой насыщенности биоценозов озера, акклиматизированные гидробионты не вытеснили аборигенные виды из их ареалов, увеличив при этом биомассу бентоса в целом по озеру более чем в 4 раза. Особенно значительное повышение наблюдалось в Западном Балхаше, где за счет массового развития моллюска цветная монодакна и мизид кормность зообентоса увеличилась в 20 с лишним раз [2]. Виды-вселенцы прочно вошли в пищевой рацион балхашских рыб-бентофагов, заметно изменив и расширив его, что, бесспорно, способствовало увеличению численности сазана и леща и улучшению их размерно-весовых показателей [3].

Однако в ближайшие годы, в связи с наступлением засушливого периода в бассейне оз. Балхаш на фоне возможного водозабора из р. Или на территории КНР, ожидается значительное сокращение объемов поверхностного стока рек. В результате произойдет постепенное понижение уровня оз. Балхаш и, как следствие, неизбежное повышение минерализации воды.

Все это в совокупности отрицательно скажется на видовом разнообразии и количественном развитии бентофауны и приведет к существенному снижению рыбопродуктивности озера. В качестве компенсационных мер для обеспечения устойчивого развития рыбного хозяйства на оз. Балхаш предлагается провести работы по обогащению кормовой базы рыб путем интродукции эвригалинных беспозвоночных из Аральского моря – полихеты *Nereis diversicolor* и двустворчатого моллюска *Abra ovata*.

Целью наших исследований было определить целесообразность дальнейшего расширения видового спектра зообентоса для повышения рыбопродуктивности оз. Балхаш.

Материал и методики исследований

Материалы для работы были получены в ходе мониторинговых исследований на оз. Балхаш в июле – августе 2012–2013 гг.

Отбор проб зообентоса проводился дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м² согласно [4]. Отлов мизид осуществляли с помощью салазочного трала путем протягивания за судном на расстоянии 100 м. Собранный материал фиксировали 4 %-м раствором формалина. Донные организмы в лабораторных условиях идентифицировали под микроскопами МБС-10 и МСХ-300, для определения видов использовали определители [5–9]. Животные просчитывались и взвешивались в зависимости от размера на торсионных или чашечных весах. Численность и биомасса организмов в каждой пробе рассчитывались на 1 м² площади дна.

Определение спектра питания мирных промысловых видов рыб оз. Балхаш производилось согласно [10].

Расчет потенциальной рыбопродуктивности за счет утилизации зообентоса проводили по методике И. И. Лапицкого [11]. По «шкале трофности» С. П. Китаева определяли трофический статус водоема [12].

Результаты исследований и их обсуждение

Общая характеристика современного состояния зообентоса оз. Балхаш. В период исследований биомасса зообентоса в западной половине озера находилась в пределах 17,58–35,95 г/м², при этом на акклиматизантов приходилось 16,99–35,33 г/м². В восточной части озера биомасса бентоса составила 1,40–1,81 г/м², в том числе акклиматизанты – 0,18–0,47 г/м². Таким образом, в настоящее время основу бентофауны в Западном Балхаше составляют интродуцированные организмы, в Восточном Балхаше на вселенцев приходится всего 9,9–30,3 % (табл. 1).

Наиболее продуктивной в кормовом отношении является западная опресненная половина оз. Балхаш, где в естественных условиях при разных значениях водности средние показатели биомассы зообентоса после периода натурализации (1970 г.) зависели и зависят от величины ареала акклиматизанта – двустворчатого моллюска *M. colorata*, формирующего 93,8–96,0 % биомассы бентоса. При этом на долю кормовых моллюсков приходилось 10,76–11,66 %, некормовых (размерами свыше 10 мм) – 82,14–85,23 %.

Согласно данным табл. 1, в 2013 г. наблюдалась тенденция к снижению количественного развития моллюсков: численность как крупных, так и мелких особей сократилась от 79 до 39 экз./м², биомасса – от 34,51 до 16,49 г/м². По нашему мнению, можно выделить две основные причины, которые могли повлиять на снижение численности цветной монодакны в водоеме.

Во-первых, в 2008–2013 гг., в результате роста численности сазана, являющегося основным потребителем монодакны, происходит более интенсивное выедание последней, что ведет к увеличению пищевой нагрузки как на конкретный кормовой организм, так и на зообентос в целом.

Таблица 1

Динамика количественного развития макрозообентоса оз. Балхаш за летний период 2012–2013 гг., г/м²

Группа организмов	Район год	Западный Балхаш		Восточный Балхаш		В среднем по озеру	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013
Олигохеты		0,29	0,43	0,03	0,21	0,16	0,32
Полихеты		0,35	0,23	0,03	0,19	0,19	0,21
Брюхоногие моллюски		0,01	–	–	0,01	0,01	0,02
Моллюски <i>M. colorata</i>		3,87	2,05	–	–	1,93	1,02
Гаммарусы		0,14	0,08	–	–	0,07	0,04
Мизиды		0,05	0,06	0,10	0,12	0,08	0,09
Корофииды		0,28	0,13	0,05	0,16	0,16	0,14
Личинки хирономид		0,19	0,16	1,60	0,71	0,89	0,43
Прочие насекомые		0,13	–	0,004	–	0,07	–
Бентос, используемый рыбами		5,31	3,14	1,81	1,40	3,56	2,27
Некормовой бентос (<i>M. colorata</i>)		30,64	14,44	–	–	15,32	7,22
Всего:		35,95	17,58	1,81	1,40	18,88	9,49
В том числе							
Аборигены		0,62	0,59	1,63	0,93	1,13	0,77
Акклиматизанты		35,33	16,99	0,18	0,47	17,75	8,72

Во-вторых, в Западном Балхаше увеличилась интенсивность лова рыбы закидными неравнокрылыми неводами в режиме траления. Траление на отдельных участках может повторяться по нескольку раз в сутки, в результате пригруженной нижней подборой основательно перепахивается поверхностный слой донных отложений. Такой способ лова рыбы губителен для кормовых организмов, находящихся на поверхности или в толще дна. У моллюсков частично или полностью повреждаются раковины, вследствие чего монодакна гибнет. Помимо этого при частом тралении происходит взмучивание придонного слоя воды, что ведет к засорению фильтративного аппарата гидробионтов, а впоследствии и к гибели организмов [13–15].

Тем не менее, несмотря на такие межгодовые флюктуации численности, данный вид моллюска обеспечил в западной части озера стабильную кормовую базу для рыб-бентофагов в течение всего вегетационного периода, компенсируя потери органического вещества в период массового вылета имаго насекомых.

С продвижением с запада на восток состав зообентоса беднеет, его биомасса снижается почти в 13–20 раз за счет постепенного выпадения из состава бентофауны монодакны, корофиид и полихет. Ведущая роль в бентосе Восточного Балхаша принадлежит характерным для данной части озера аборигенным видам личинок хирономид, которые создают 41,8–88,4 % общей биомассы. Преобладающее значение при этом имеют эвригалинные крупные формы *Chironomus f. l. salinarius* и *Ch. f. l. plumosus*, в массе развивающиеся на белых и доломитовых илах, расположенных в глубоководной зоне. Их биомасса на отдельных станциях достигает 3,24–12,0 г/м². Несмотря на это, обширные площади песчаных илов и илистых песков остаются слабозаселенными, а в период «лёта» хирономид бентос еще более обедняется.

Как известно, колебания величины биомассы зообентоса отражаются на общей трофности (кормности) водоема. Так, с учетом величины общей биомассы бентоса, класс кормности Западного Балхаша за два года менялся от высокого до повышенного, класс кормности Восточного Балхаша характеризовался как низкий, класс кормности озера в целом изменялся от повышенного к среднему [12].

Потенциальная рыбопродуктивность оз. Балхаш. Обеспеченность рыбы пищей определяется количеством и доступностью корма в водоеме, а также зависит от продолжительности сезона нагула, типа питания рыб. В связи с тем, что в оз. Балхаш отсутствуют фито- и зоопланктофаги, нами рассчитана потенциальная рыбопродуктивность за счет бентосных кормовых организмов [11].

Потенциальная рыбопродуктивность рассчитывалась по пяти гидробиологическим районам: I, II районы относятся к Западному Балхашу, III, IV и V – к Восточному Балхашу (табл. 2).

В целом по водоему потенциальная рыбопродуктивность низкая, в 2013 г., по отношению к показателям 2012 г., она уменьшилась в 2 раза за счет снижения биомассы моллюска монодакна в западной части озера и личинок хирономид в Восточном Балхаше.

Таблица 2

Сравнительная динамика развития зообентоса
и потенциальной рыбопродуктивности оз. Балхаш в 2012–2013 гг., кг/га

Район озера	Общая биомасса бентоса	Черви	Моллюски	Ракообразные	Личинки хирономид	Потенциальная рыбопродуктивность
2012 г.						
I	69,8	8,5	51,8	6,1	3,4	6,63
II	21,3	2,5	13,8	2,7	2,3	2,3
III	21,7	1,2	–	1,5	19,0	4,66
IV	7,7	0,5	–	1,9	5,3	1,59
V	31,9	–	–	0,6	31,3	6,99
В среднем	30,48	2,54	13,12	2,56	12,26	4,43
2013 г.						
I	43,2	9,9	28,5	2,1	2,7	4,52
II	17,0	2,6	10,8	3,3	0,3	1,79
III	12,3	4,8	0,1	5,1	2,3	2,25
IV	19,7	5,1	–	1,1	13,5	4,06
V	10,4	1,2	–	0,1	9,1	2,23
В среднем	20,52	4,72	7,88	2,34	5,58	2,97

Обеспеченность кормовыми объектами рыб оз. Балхаш. Все организмы макрозообентоса являются легкодоступным и высококалорийным кормом и создают основу питания бентосоядных рыб оз. Балхаш.

Анализ питания мирных промысловых рыб, обитающих в оз. Балхаш, говорит об их высокой пищевой пластичности [16]. Состав пищевого рациона в значительной степени зависит от мест нагула.

Сазан ($L - 17-35$ см) в Западном Балхаше потребляет двустворчатых моллюсков, ставших его излюбленным кормом, они же составляют основу его пищевого рациона. Помимо моллюсков, в пищевом комке встречаются высшие ракообразные (корофиды) и личинки хирономид. В Восточном Балхаше, при отсутствии моллюска монодакна, сазан питается в основном личинками насекомых – преимущественно хирономид и, в меньшей мере, корофидами. Вторая половина пищевого комка представлена растительностью и детритом.

Основу питания *леща* ($L - 13-28$ см) в западной части водоема, несмотря на высокое содержание детрита, составляют ракообразные и личинки хирономид. Ракообразные представлены корофидами и реже мизидами. Моллюски отмечены только на северо-западном побережье озера. В восточной половине водоема роль бентосных кормов постепенно снижается по мере передвижения на восток и основу пищевого комка составляет детрит. Почти в каждом кишечнике встречаются хитиновые щетинки олигохет и полихет.

Вобла ($L - 13-25$ см) в Западном Балхаше питается преимущественно растительной пищей – макрофитами и водорослями-обрастателями, но в местах массового развития монодакны вобла выедает молодь последней. Размер раковин, встречающихся в пищевом тракте, 3–5 мм. В пищевом рационе отмечены также личинки насекомых.

В течение последних трех лет в питании воблы, как в Западном, так и в Восточном Балхаше, встречаются корофиды, что, вероятно, связано с увеличением численности последних в результате сокращения численности леща – основного потребителя рачков. С продвижением в восточную часть озера из пищевого рациона практически исчезают животные корма – вобла переходит на питание растительностью и детритом.

Карась серебряный ($L - 13-20$ см) – эврифаг с доминированием растительно-детритного питания. Основой пищевого комка в западной половине озера являются макрофиты и фитопланктон. Содержание животных кормов очень низкое, эти корма представлены мелкими корофидами и личинками насекомых (преимущественно ручейники и поденки), которые захватываются карасем при поедании макрофитов. В восточной половине озера пищевой комок состоит главным образом из детрита.

Из вышесказанного можно заключить, что с продвижением в восточную часть водоема, в силу отсутствия моллюсков и более слабого развития корофиид, мирные рыбы в значительном количестве поедают макрофиты, а также детрит.

О возможной перестройке биоценозов макрозообентоса и вариантах изменения пищевых взаимоотношений рыб в условиях меняющегося гидролого-гидрохимического режима оз. Балхаш. Общее снижение трофности в дальнейшем может негативно отразиться на рыбопродуктивности водоема, т. к. все мирные промысловые рыбы питаются в основном бентосными кормами.

Кроме того, ситуация усугубляется, как уже говорилось выше, ожидаемым наступлением фазы засушливого периода в бассейне оз. Балхаш, а также продолжающимся крупномасштабным гидротехническим строительством на территории КНР, рассчитанным на водозабор из р. Или до 40 % ее стока [17].

Последствиями данной угрозы, необратимыми уже в ближайшие годы, могут стать уменьшение стоков рек Или, Каратал, Лепсы, что приведет к интенсивному снижению уровня оз. Балхаш, увеличению минерализации воды и сокращению зоны мелководий.

Необходимо отметить, что аборигенные представители зообентоса относятся преимущественно к эврибионтным формам. Выживание и распространение акклиматизантов по оз. Балхаш сдерживается различной степенью их толерантности по отношению к величине минерализации балхашской воды, а также ионным составом солей (высоким содержанием ионов калия по отношению к ионам кальция).

Так, цветная монодакна прижилась только в западной половине оз. Балхаш. Площадь распространения зависит от количества пресной воды, поступающей по р. Или. Критическая величина выживания определяется минерализацией в $1,8-2,0 \text{ г/дм}^3$, в силу чего моллюски в восточной половине озера, где минерализация воды составляет $2,4 \text{ г/дм}^3$ и выше, отсутствуют. В настоящее время северо-восточная граница ареала монодакны дошла до Узунаральских протоков, где моллюски отмечены в единичных экземплярах.

Полихеты и корофииды распространены по акватории озера достаточно равномерно, но основным сдерживающим моментом их широкого расселения является соленость воды выше $3,5 \text{ г/дм}^3$, в результате чего крайняя восточная граница ареалов этих беспозвоночных непостоянна. С распреснением Восточного Балхаша бентонты продвигаются в восточном направлении, а с увеличением минерализации наблюдается обратный процесс – сокращение ареала в западном направлении. В настоящее время организмы в восточной части озера достигли середины IV гидробиологического района.

Адаптировались и расселились по всему водоему от уреза воды до 8-метровых глубин только мизиды, однако при величине минерализации свыше $4,0 \text{ г/дм}^3$ численность и биомасса последних снижаются. Современные ареалы акклиматизантов отражены на рис. 1.

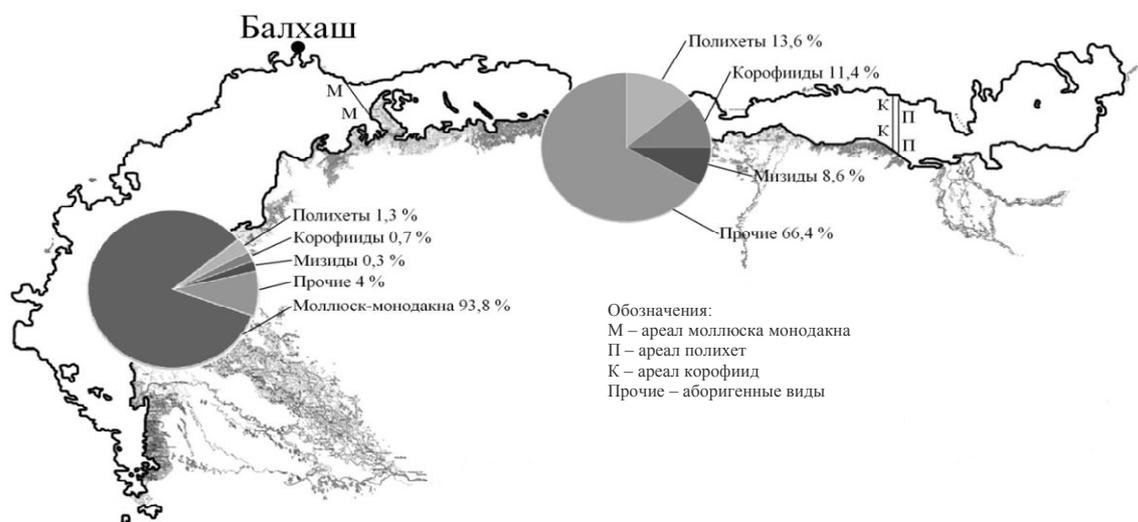


Рис. 1. Схематическая карта современных ареалов акклиматизантов оз. Балхаш и их доля в общей биомассе зообентоса (по данным 2013 г.)

Чувствителен к повышенным величинам минерализации воды гаммарус *D. haemobaphes*, поэтому его распространение в восточном направлении сдерживается более высоким содержанием солей в воде (выдерживает до $2,0 \text{ г/дм}^3$). Образует незначительные скопления в зарослях макрофитов мелководных заливов Западного Балхаша.

Ареал креветки *P. superbis*, так же как и *D. haemobaphes*, ограничен дельтовыми водоемами и прибрежными участками юго-восточного берега, где минерализация воды составляет $1,8 \text{ г/дм}^3$. В Восточном Балхаше единичные экземпляры креветок отмечены в опресненных приустьевых участках рек Лепсы и Каратал.

В целом, анализируя данные по распространению кормовых беспозвоночных зообентоса по акватории озера, можно сделать вывод, что акклиматизанты в условиях оз. Балхаш представлены как стеногалинными (монодакна), так и эвригалинными (мизиды, полихеты, корофииды) организмами.

Ухудшение экологических условий в водоеме на фоне меняющегося водного режима может привести к перестройке существующих биоценозов макрозообентоса в оз. Балхаш.

В многоводный период при отъеме $1-4 \text{ км}^3$ стока р. Или средняя величина минерализации воды западной половины озера составит $1,41-1,89 \text{ г/дм}^3$. Биомасса бентоса с повышением солёности воды уменьшится с $17,0$ до $13,0 \text{ г/м}^2$ [18], в первую очередь в результате заметного сокращения ареала моллюска *M. colorata*, т. к. минерализация II района Западного Балхаша станет критической для жизнедеятельности этого организма. В итоге валовая продукция бентоса, а следовательно, и потенциальная рыбопродуктивность сократятся почти вдвое – с $33,1$ до $17,8$ тыс. т [18].

В восточной половине водоема увеличение минерализации (при различных вариантах водности – в среднем до $4,70-4,94 \text{ г/дм}^3$) и сокращение продуктивной литоральной зоны, занятой серыми илами и илистыми песками, вызовут сужение ареалов полихет, корофиид, а также мизид, выдерживающих более высокую солёность воды, чем остальные донные беспозвоночные, акклиматизированные в оз. Балхаш. Биомасса зообентоса будет формироваться в основном за счет эвригалинных личинок хирономид *Ch. f. l. plumosus*, *Ch. f. l. salinarius*, *Cryptochironomus* гр. *burganadzeae*, С. гр. *conjugens*, *Pelopia punctipennis*, *Procladius* Skuze. Потенциальная рыбопродуктивность снизится с $8,11$ до $5,45$ тыс. т [18].

В многоводный период, который длится с 1998 г. по настоящее время, существенных изменений в питании бентосоядных рыб не происходит. Заметные изменения в структуре донных биоценозов и обеспеченности кормом рыб могут произойти в водоеме в средне- и маловодные годы.

В период средней водности при различных (от $1,0$ до $4,54 \text{ км}^3$) вариантах забора воды на территории КНР озеро может разделиться на два плесовых участка [18]. Отметка уровня воды в западной части составит $339,6$ м БС, в восточной – $337,8$ м БС, минерализация в зависимости от объема сокращения стока р. Или будет колебаться в пределах $2,3-3,0 \text{ г/дм}^3$ на западе и $4,79-5,34 \text{ г/дм}^3$ – на востоке.

Моллюск монодакна практически исчезнет на всей акватории Западного Балхаша, исчезнут также гаммарус *D. haemobaphes* и креветка *P. superbis*. Бентофауна будет представлена олигохетами, полихетами, высшими ракообразными и личинками насекомых. Биомасса донных организмов составит $3,8-3,0 \text{ г/м}^2$, потенциальная рыбопродуктивность – $17,5-14,5$ тыс. т [18].

Подобное значение минерализации воды Восточного Балхаша является критическим для развития мизид. Сокращение площади водоема произойдет, как и в западной части озера, за счет мелководий южного берега – основного ареала мизид. Можно предположить, что в устьях рек Каратал и Лепсы мизиды (а также полихеты и корофииды) сохранятся, но их численность будет незначительной. Постепенно основу зообентоса будут составлять аборигенные виды олигохет и личинок хирономид. Биомасса зообентоса по мере повышения минерализации снизится с $1,9$ до $1,2 \text{ г/м}^2$, а потенциальная рыбопродуктивность – соответственно с $4,98$ до $2,15$ тыс. т [18].

При отсутствии двусторчатых моллюсков сазан в Западном Балхаше вынужден будет перейти на питание макрофитами, личинками насекомых и высшими ракообразными, что в настоящее время наблюдается в водоемах дельты р. Или. В питании леща больших изменений не произойдет, основу пищевого комка будут составлять животные корма – корофииды, личинки насекомых и детрит. В результате увеличения роли высших ракообразных и личинок хирономид в питании сазана между лещом и сазаном возрастет степень пищевого сходства. Основой питания воблы и карася будут макрофиты.

Сокращение ареалов корофиид, полихет и мизид в Восточном Балхаше приведет к существенным изменениям в питании рыб. При таком составе донной фауны рацион сазана будет состоять из придонных планктонных ракообразных, личинок хирономид, макрофитов и детрита,

что наблюдалось до акклиматизации понто-каспийских беспозвоночных [19]. Состав пищевого комка карася и воблы будет близок к составу пищевого рациона сазана с вариациями большего или меньшего содержания макрофитов. Лещ более консервативен в питании. Растительностью он практически не питается. Пищевой комок леща будет состоять, как это наблюдалось в 1970-е гг., из личинок хирономид, крупных зоопланктеров и детрита [19].

Учитывая, что сокращение площади озера будет идти за счет осушения мелководий вдоль южного берега, занятых серыми илами и илистыми песками, основных ареалов олигохет и фитофильных беспозвоночных, бентос, и главным образом личинки хирономид, будут сосредоточены на биотопе светло-серых илов, занимающих центральные части озерных котловин. Грунты северного побережья – крупный песок, галька, щебень. Бентос на таких грунтах развит слабо. Следовательно, сократятся площади нагульных площадей, рыбы-бентофаги будут испытывать недостаток животных кормов, что непременно скажется на упитанности и темпе роста последних.

Если забор воды из р. Или будет происходить в маловодный период при уровне воды 340,0 м БС, то при заборе из реки хотя бы 1,0 км³ воды уровень в восточной части водоема опустится до отметки 338,0 м БС, при этом произойдет также полное разделение оз. Балхаш на два плеса [18]. Процессы деградации биоты Восточного Балхаша пойдут значительно быстрее, и оз. Балхаш может повторить судьбу Аральского моря. Показатели минерализации увеличатся с 4,85 до 7,21 г/дм³, а положение с кормовой базой рыб еще более усугубится. Из состава бентофауны постепенно исчезнут полихеты и корофииды. Зообентос будет представлен олигохетами, мизидами (в малой численности), аборигенным видом гаммарид *Rivulogammarus lacustris* и личинками хирономид. Фитофильные личинки насекомых, а также брюхоногие моллюски могут быть в составе фауны только в случае развития макрофитов. Значения биомассы кормовых организмов снизятся до критических – с 1,8 до 0,5 г/м², потенциальная рыбопродуктивность – соответственно с 5,16 до 0,82 тыс. т [18].

Наибольшие изменения в питании бентосоядных рыб произойдут в маловодный период. В подобных условиях в районах с зарослями макрофитов основу питания сазана составят рдесты, наяда, водяная сосенка. На открытых плесах, лишенных растительности, в состав рациона будут входить остракоды, планктонные ракообразные, личинки хирономид. Лещ обычно кормится на более глубоких участках, чем сазан, поэтому наибольшее значение в его питании будут иметь животные корма – личинки хирономид, остракоды. В литоральной зоне лещ вынужден будет питаться, помимо животной пищи, макрофитами и детритом. Таким образом, между сазаном и лещом неизбежно будет наблюдаться напряженная пищевая конкуренция [19]. В пищевых рационах воблы и карася будут преобладать массовые и легкодоступные корма – макрофиты, водоросли, планктонные ракообразные.

Резюмируя вышесказанное, можно констатировать, что значительное сокращение водности р. Или приведет к обеднению бентофауны оз. Балхаш, снижению кормности водоема и, как следствие, к ухудшению качественных характеристик рыб-бентофагов.

Пути дальнейшего обогащения кормовой базы рыб оз. Балхаш. С учетом такой перспективы для оз. Балхаш перед учеными-гидробиологами в настоящее время ставится задача разработать научно обоснованные рекомендации по обогащению кормовой базы рыб донными организмами, способными к массовому развитию и накоплению большой биомассы в условиях значительных колебаний показателей минерализации воды и при этом быть хорошо доступными для бентосоядных рыб водоема. Основываясь на опыте предыдущих лет по акклиматизации водных беспозвоночных в целях увеличения биопродуктивности оз. Балхаш, мы предлагаем интродукцию многощетинковых червей – полихет *N. diversicolor* и двустворчатого моллюска *A. ovata* из Аральского моря.

В практике акклиматизации полихет и моллюсков имеется хороший пример – вселение вышеназванных кормовых беспозвоночных в 1960–1963 гг. в Аральское море [1]. В настоящее время в биомассе бентоса эти организмы заняли одно из ведущих мест (более 50 %), их охотно потребляют такие промысловые рыбы, как сазан, плотва, жерех, в пище которых они составляют до 65 % [20].

В оз. Балхаш черви и моллюски могут стать наиболее ценными и легкодоступными кормовыми объектами для таких рыб, как сазан, вобла, лещ, которые в современной промысловой ихтиофауне являются самыми массовыми видами.

В 2012 г. в Балхашском филиале Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (КазНИИРХ) были разработаны тематика и программа опытных научно-исследовательских работ по акклиматизации в оз. Балхаш полихеты *N. diversicolor* и двустворчатого моллюска *A. ovata*. В этом же году в осенний период были проведены опытные работы по выживаемости аральских кормовых беспозвоночных в балхашской воде разной солености, взятой в Западном Балхаше (залив Шубартюбек) с минерализацией 1,47 г/дм³ и в Восточном Балхаше (в районе о. Алгазы) с минерализацией 3,49 г/дм³. В качестве контроля беспозвоночные помещались в аквариум с грунтом и водой из Аральского моря.

За время опытных работ наблюдалось дальнейшее развитие червей: их размеры увеличились с 10–12 до 30–50 мм, в грунте были обнаружены также домики полихет (рис. 2).



Рис. 2. Полихеты *Nereis diversicolor*

Несмотря на то, что организмы не подкармливались, их выживаемость составила 50 % в воде Западного Балхаша и 60 % – в воде Восточного Балхаша.

Выживаемость моллюсков в балхашской воде невысокая (в течение двух недель погибли все организмы). В аквариуме с водой из Арала моллюск прожил 57 дней (рис. 3). Следует отметить, что перевозка производилась в пластмассовых бочках с отобраным грунтом емкостью 70 л. Предполагаем, что моллюски, перевезенные в оз. Балхаш с нарушением экологических условий транспортировки, находились в угнетенном состоянии. Возможно, взмучивание воды и грунта в ходе перевозки привело к засорению фильтрационного аппарата организмов, вследствие чего они не были способны к дальнейшему выживанию. Это обуславливает необходимость проведения повторных опытных работ по выживаемости моллюсков в 2014 г.



Рис. 3. Состояние аральских кормовых беспозвоночных полихет *Nereis diversicolor* и двустворчатого моллюска *Abra ovata* после 57 дней опытных работ

Учитывая, что значительные площади песчаных илов и илистых песков заселены слабо, а прогнозируемый водозабор из р. Или вызовет возможные будущие сукцессии биоценозов зообентоса, целесообразно проводить акклиматизационные работы по обогащению в Восточном

Балхаше. В случае успешной акклиматизации организмы, предлагаемые для вселения, займут пустующие и слабозаселенные ниши и позволят сохранить биомассу бентоса в восточной части озера в маловодные годы.

В связи с этим нами рассчитана величина возможного прироста ихтиомассы и продукции за счет полихет и моллюсков на литоральную часть с глубинами до 8 м ($H = 342,6$ м БС).

При площади Восточного Балхаша 828 000 га литоральная зона составляет около 453 000 га. При возможной биомассе полихет равной $2,4 \text{ г/м}^2$, моллюсков – $4,4 \text{ г/м}^2$ ежегодная продукция за счет акклиматизации вселенцев будет составлять 320 кг/га, а ежегодный возможный прирост ихтиомассы за счет утилизации организмов – 7 204,5 т. С учетом потерь от естественной смертности прирост ихтиомассы может составить 3 173,8 т, потенциальная рыбопродуктивность в Восточном Балхаше в современных условиях – 7,01 кг/га [11].

В настоящее время опытные работы необходимо повторить и при получении положительных результатов провести пересадку кормовых беспозвоночных в оз. Балхаш.

Заключение

В настоящее время основу биомассы зообентоса в Западном Балхаше составляют интродуцированные организмы, а именно моллюск цветная монодакна. В Восточном Балхаше, из-за повышенной минерализации, сдерживается распространение полихет и корофиид, а монодакна полностью отсутствует. Биомасса бентоса в этой части озера формируется в основном аборигенными видами личинок хирономид.

Нами установлено, что на современном этапе наблюдается тенденция к снижению общей трофности зообентоса как в Западном, так и в Восточном Балхаше. В дальнейшем это может отрицательно отразиться на рыбопродуктивности водоема, т. к. все мирные промысловые рыбы потребляют в основном бентосные корма.

Планируемое увеличение водозабора из р. Или со стороны КНР повлечет за собой значительные изменения в гидрологическом режиме и солевом составе воды оз. Балхаш. При понижении уровня водоема, увеличении минерализации и сокращении современной литоральной зоны, имеющей высокую биомассу зообентоса, произойдут существенные изменения качественного состава и количественного распределения бентоса. Параллельно сокращению ареалов двустворчатых моллюсков, полихет, корофиид и мизид будет наблюдаться увеличение численности солелюбивых личинок хирономид. В итоге постепенно произойдет замена пресноводных форм на солоноватоводные.

Сокращение площади и объема озера будет способствовать также многократному сокращению валовой продукции низших гидробионтов, что приведет к существенной перестройке пищевых отношений рыб-бентофагов и, как следствие, снижению потенциальной рыбопродуктивности. Увеличение пищевой конкуренции, в свою очередь, вызовет снижение темпа роста бентосоядных рыб.

Исходя из вышесказанного, мы предлагаем провести работы с целью акклиматизации по обогащению Восточного Балхаша полихетами и моллюсками из Аральского моря, выдерживающими минерализацию воды свыше $4,0 \text{ г/дм}^3$.

Опыты, проведенные в 2012 г., дали положительные результаты по выживаемости организмов в балхашской воде разной солености и будут продолжены. Полученные результаты позволяют прогнозировать состояние кормовой базы рыб на перспективу в связи с ожидаемым снижением уровня озера, повышением солености воды в нем, возможностью реконструкции водоема с его разделением на две части.

Таким образом, при вселении новых организмов может быть создана основа солеустойчивой кормовой базы, которая в новых экологических условиях водоема в известной мере может заменить часть пресноводных беспозвоночных и позволит поддерживать запасы промысловых видов рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпевич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов / А. Ф. Карпевич. М.: Пищ. пром-сть, 1975. 432 с.
2. Тютеньков С. К. Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоёмах Казахстана / С. К. Тютеньков // Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водохранилищах СССР: тез. докл. Фрунзе, 1972. С. 85–89.

3. Воробьева Н. Б. Изменение экосистемы озера Балхаш в процессе акклиматизации беспозвоночных / Н. Б. Воробьева // Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. М., 1980. С. 203–205.
4. Методическое пособие при гидробиологических исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос). Алматы, 2006. 27 с.
5. Жадин В. И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР / В. И. Жадин. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 376 с.
6. Черновский А. А. Определитель личинок комаров семейства Tendipedidae / А. А. Черновский. М.: Изд-во АН СССР, 1949. 186 с.
7. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Podonominae и Tanypodinae фауны СССР / В. Я. Панкратова. Л.: Наука, 1977. 154 с.
8. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР / В. Я. Панкратова. Л.: Наука, 1983. 296 с.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Л.: Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
10. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. 267 с.
11. Лапицкий И. И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище / И. И. Лапицкий // Тр. Волгоград. отд-ния гос. науч.-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства. Волгоград: Нижне-Волж. кн. изд-во, 1970. Т. IV. С. 65–83.
12. Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон / С. П. Китаев. М.: Наука, 1984. С. 129–131.
13. Анурьева А. Н. *Monodacna colorata* (Eichwald) – ее роль в формировании макрозообентоса и питания рыб оз. Балхаш / А. Н. Анурьева, Н. Б. Воробьева // Изв. Нац. акад. наук Республики Казахстан. Сер. биологическая и медицинская. 2010. № 6. С. 31–36.
14. Анурьева А. Н. Современное состояние биоценоза *Monodacna colorata* (Eichwald) озера Балхаш в зависимости от хозяйственной деятельности человека / А. Н. Анурьева // Всерос. науч.-практ. конф. «Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов» (Махачкала, 27–28 марта 2013 г.) Махачкала, 2013. С. 79–81.
15. Коротков В. К. Изъятие и травмирование бентических организмов донным тралом / В. К. Коротков // Изв. Калининград. гос. техн. ун-та. 2011. № 20. С. 171–178.
16. Воробьева Н. Б. Пищевая пластичность некоторых бентосоядных рыб в оз. Балхаш / Н. Б. Воробьева // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использования: Тр. КазНИИРХ. Алматы: Кайнар, 1975. С. 43–45.
17. Проблемы гидрологической устойчивости в бассейне озера Балхаш / под ред. А. Б. Самаковой. Алматы: Каганат, 2003. 584 с.
18. Воробьева Н. Б. Современное состояние и перспективы экосистемы оз. Балхаш в связи с предполагаемыми водохозяйственными проектами КНР / Н. Б. Воробьева, Т. Я. Лопарева, С. Ж. Асылбекова, М. Н. Сироткин, К. Б. Искеков, Д. С. Шаухарбаева, Л. П. Пономарева // Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: история и современное состояние. Алматы: Бастау, 2005. С. 337–351.
19. Тютеньков С. К. Бентос оз. Балхаш и его значение в питании рыб / С. К. Тютеньков // Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии. Алма-Ата: Ин-т зоологии АН КазССР, 1959. Вып. 2. С. 45–80.
20. Определение рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов и (или) их участков, разработка биологических обоснований прогноза допустимых уловов и выдача рекомендаций по режиму и регулированию рыболовства на водоемах международного, республиканского и местного значения Арало-Сырдарьинского бассейна. Раздел: Аральское (Малое) море, Шардаринское водохранилище и р. Сырдарья: отчет о НИР / Аральский филиал ТОО «КазНИИРХ», 2012. Ч. 1. 139 с.

Статья поступила в редакцию 9.07.2014

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Анурьева Анна Николаевна – Республика Казахстан, 100300, Балхаш; Балхашский филиал Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства; научный сотрудник; научный сотрудник; fishbalhash@mail.ru.

Цой Вячеслав Николаевич – Республика Казахстан, 100300, Балхаш; Балхашский филиал Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства; старший научный сотрудник; директор; fishbalhash@mail.ru.



A. N. Anurieva, V. N. Tsoy

ENRICHMENT OF FISH FOOD RESOURCES - A PREREQUISITE OF AN INCREASE IN FISH PRODUCTIVITY OF THE LAKE BALKHASH

Abstract. Assessment of the current state of benthic fauna of the Lake Balkhash shows that the base of the biomass of the western part of the reservoir is an introduced species such as shellfish – colorful (*Monodacna colorata*). There is a tendency to reduce the quantitative development of shellfish. There have been identified two main reasons that influenced the reduction of monodacna: active elimination of shellfish population as a result of carp growth; increase in the intensity of fishing with throw nets in a trawling mode. With the advancement to the eastern part of the lake due to the falling out of monodacna, corofiid and polychaetes from benthic composition benthic biomass is reduced by 13–20 times. The native benthic euryhaline chironomid larvae dominate. Due to the absence of shellfish and underdeveloped corofiids bottom-feeding fish (carp, bream, roach, crucian carp) of the Eastern Balkhash consume macrophytes and detritus. Great decline of water content of the river Ili, due to the planned increase in water intake from the river in China, is predicted. This will lead to the impoverishment of benthic food resources and lower reservoir. Increase in competition for food will cause a slowdown in bottom-feeding fish growth. It was found that in the high-water period, which runs from 1998 to the present time, significant qualitative changes in the diet of benthic fish occurs. Noticeable adjustment in the structure of benthic biocenosis and food supply of fish may occur on the pond in the middle and dry periods. In order to increase the bio-productivity of the lake Balkhash it is proposed to introduce polychaete *Nereis diversicolor* and the bivalve *Abra ovata* of the Aral Sea. Taking into account the fact that large areas of sandy silt and silty sand are sparsely populated, it is advisable to carry out acclimatization work in the eastern part of the Lake Balkhash.

Key words: Lake Balkhash, macrozoobenthos, biomass, fish diet, potential fish productivity, mineralization, Aral Sea invertebrates, polychaete and bivalve shellfish.

REFERENCES

1. Karpevich A. F. *Teoriia i praktika akklimatizatsii vodnykh organizmov* [Theory and practice of acclimatization of water organisms]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1975. 432 p.
2. Tiuten'kov S. K. *Itogi i perspektivy akklimatizatsii ryb i bespozvonochnykh v vodoemakh Kazakhstana* [Results and prospects of acclimatization of fish and invertebrates in water reservoirs in Kazakhstan]. *Itogi i perspektivy akklimatizatsii ryb i bespozvonochnykh v vodokhranilishchakh SSSR. Tezisy dokladov*. Frunze, 1972, pp. 85–89.
3. Vorob'eva N. B. *Izmenenie ekosistemy ozera Balkhash v protsesse akklimatizatsii bespozvonochnykh* [Changes in ecosystems of the lake Balkhash during the process of acclimatization of invertebrates]. *Itogi i perspektivy akklimatizatsii ryb i bespozvonochnykh v vodoemakh SSSR*. Moscow, 1980, pp. 203–205.
4. *Metodicheskoe posobie pri gidrobiologicheskikh issledovaniakh vodoemov Kazakhstana (plankton, zoobentos)* [Handbook on hydrobiological studies of the water basins in Kazakhstan (plankton, zoobentos)]. Almaty, 2006. 27 p.
5. Zhadin V. I. *Molliuski presnykh i solonovatykh vod SSSR* [Shellfish of freshwater and salty waters in the USSR]. Moscow; Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1952. 376 p.
6. Chernovskii A. A. *Opredelitel' lichinok komarov semeistva Tendipedidae* [Determinant of the larvae of mosquitos of the family Tendipedidae]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1949. 186 p.
7. Pankratova V. Ia. *Lichinki i kukolki komarov podsemeistva Podonominae i Tanypodinae fauny SSSR* [Larvae and wiggle-tails of the mosquitos of the subfamily Podonominae and Tanypodinae of the fauna in the USSR]. Leningrad, Nauka Publ., 1977. 154 p.
8. Pankratova V. Ia. *Lichinki i kukolki komarov podsemeistva Chironominae fauny SSSR* [Larvae and wiggle-tails of the mosquitos of the subfamily Chironominae of the fauna in the USSR]. Leningrad, Nauka Publ., 1983. 296 p.
9. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeiskoi chasti SSSR (plankton i bentos)* [Determinant of the freshwater invertebrates in the European part of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1977. 512 p.
10. *Rukovodstvo po izucheniiu pitaniia ryb v estestvennykh usloviakh* [Guidelines on studying fish diet in natural conditions]. Moscow, Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1961. 267 p.
11. Lapitskii I. I. *Napravlennoe formirovanie ikhtiofauny i upravlenie chislennost'iu populatsii ryb v Tsimlianskom vodokhranilishche* [Directed development of ichthyofauna and control of the number of fish population in Tsimlyansk water reservoir]. *Trudy Volgogradskogo otdeleniia gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khoziaistva*. Volgograd, Nizhne-Volzskoe knizhnoe izd-vo, 1970, vol. IV, pp. 65–83.

12. Kitaev S. P. *Ekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozer raznykh prirodnykh zon* [Ecological bases of bioproductivity of the lakes of different natural zones]. Moscow, Nauka Publ., 1984, pp. 129–131.

13. Anur'eva A. N., Vorob'eva N. B. *Monodacna colorata* (Eichwald) – ee rol' v formirovanii makrozoobentosa i pitanii ryb oz. Balkhash [Monodacna colorata (Eichwald) – its role in formation of macrozoobenthos and fish diet in the Lake Balkhash]. *Izvestiia Natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya biologicheskaya i meditsinskaya*, 2010, no. 6, pp. 31–36.

14. Anur'eva A. N., Vorob'eva N. B. *Sovremennoe sostoianie biotsenoza Monodacna colorata* (Eichwald) ozera Balkhash v zavisimosti ot khoziaistvennoi deiatel'nosti cheloveka [Present state of biocenosis of Monodacna colorata (Eichwald) in the Lake Balkhash depending on the human economic activity]. *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiia «Bioraznoobrazie i ratsional'noe ispol'zovanie prirodnykh resursov» (Makhachkala, 27–28 marta 2013 g.)*. Makhachkala, 2013, pp. 79–81.

15. Korotkov V. K. *Iz"iatie i travmirovaniye benthicheskikh organizmov donnym tralom* [Extraction and damaging of benthic organisms with bottom trawl]. *Izvestiia Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2011, no. 20, pp. 171–178.

16. Vorob'eva N. B. *Pishchevaia plastichnost' nekotorykh bentosoiadnykh ryb v oz. Balkhash* [Nutritional plasticity of some bottom-feeding fishes in the Lake Balkhash]. *Rybnye resursy vodoemov Kazakhstana i ikh ispol'zovaniia. Trudy KazNIIRKh*. Almaty, Kainar Publ., 1975, pp. 43–45.

17. *Problemy gidrologicheskoi ustoychivosti v basseine ozera Balkhash* [Problems of hydrological stability in the basin of the Lake Balkhash]. Pod redaktsiei A. B. Samakovoi. Almaty, Kaganat Publ., 2003. 584 p.

18. Vorob'eva N. B., Lopareva T. Ia., Asylbekova S. Zh., Sirotkin M. N., Isbekov K. B., Shaukharbaeva D. S., Ponomareva L. P. *Sovremennoe sostoianie i perspektivy ekosistemy oz. Balkhash v svyazi s predpolagaemyimi vodokhoziaistvennymi proektami KNR* [Present state and prospects of ecosystems of the Lake Balkhash in relation to the proposed water economic projects in KNR]. *Rybkhoziaistvennyye issledovaniia v Respublike Kazakhstan: istoriia i sovremennoe sostoianie*. Almaty, Bastau, 2005, pp. 337–351.

19. Tiuten'kov S. K. *Bentos oz. Balkhash i ego znachenie v pitanii ryb* [Benthos of the Lake Balkhash and its role in the fish diet]. *Sbornik rabot po ikhtiologii i gidrobiologii*. Alma-Ata, Institut zoologii Akademii nauk Kazakhskoi SSR, 1959, iss. 2, pp. 45–80.

20. *Opredeleniye ryboproduktivnosti rybkhoziaistvennykh vodoemov i (ili) ikh uchastkov, razrabotka biologicheskikh obosnovanii prognoza dopustimykh ulovov i vydacha rekomendatsii po rezhimu i regulirovaniyu rybolovstva na vodoemakh mezhdunarodnogo, respublikanskogo i mestnogo znacheniia Aralo-Syrdar'inskogo basseina. Razdel: Aral'skoe (Maloe) more, Shardarinskoe vodokhranilishche i r. Syrdar'ia* [Determination of the fish productivity of fishing water reservoirs and their parts, development of biological foundations of the prediction of allowable catches and giving recommendations on the mode and regulation of fishing in the water basins of the international, republican and local value in the Aral-Syrdarya basin. Section: the Aral (Small) Sea, Shardarinsk water reservoir and the river Syrdarya]. *Otchet o NIR. Aral'skii filial TOO KazNIIRKh*, 2012. Ch. 1. 139 p.

The article submitted to the editors 9.07.2014

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anurieva Anna Nikolaevna – Republic of Kazakhstan, 100300, Balkhash; Balkhash branch of Kazakh Research Institute of Fisheries; Senior Research Worker; Senior Research Worker; fishbalkhash@mail.ru.

Tsoy Vyacheslav Nickolaevich – Republic of Kazakhstan, 100300, Balkhash; Balkhash branch of Kazakh Research Institute of Fisheries; Senior Research Worker; Director; fishbalkhash@mail.ru.

