

Е
563 АКАДЕМИЯ НАУК СССР

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ СИБИРИ

ДОКЛАДЫ ПЕРВОГО СОВЕЩАНИЯ
ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОЕМОВ СИБИРИ,
СОСТОЯВШЕГОСЯ В ИРКУТСКЕ 6—9 ОКТЯБРЯ 1963



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва-1969

Биологическая продуктивность водоемов Сибири. 1969 г., изд-во «Наука», стр. 1—288.

В сборнике представлены доклады совещания по биологической продуктивности водоемов Сибири, освещающие результаты многолетних исследований биологических ресурсов сибирских рек, озер и водохранилищ.

Приводятся характеристики кормовых ресурсов многих водоемов, в том числе водохранилищ Ангарского каскада, материалы по питанию и пищевым взаимоотношениям рыб, по биологическим основам рыбного хозяйства на озерах и реках, по увеличению воспроизводства ценных видов рыб — осетровых, лососевых, сиговых. Часть докладов посвящена проблемам направленного формирования ихтиофауны в Братском и других водохранилищах.

Значительное место в сборнике уделено результатам исследований биологической продуктивности Байкала. Специальный раздел подводит итоги изучению проблемы борьбы с загрязнением водоемов промышленными стоками.

Сборник рассчитан на гидробиологов, ихтиологов, рыбоводов, гидрохимиков, работников рыбной промышленности, рыбоохраны, водного хозяйства и санитарных инспекций.

Библ.— 370 назв., табл.— 85, рис.— 37.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

*М. Ю. БЕКМАН, доктор геогр. наук К. К. ВОТИНЦЕВ,
доктор биол. наук Б. К. МОСКАЛЕНКО*

Биологическая продуктивность водоемов Сибири.

Доклады Первого совещания по биологической продуктивности водоемов Сибири, состоявшегося в Иркутске 6—9 октября 1966 г.

*Утверждено к печати
Лимнологическим институтом Сибирского отделения
Академии наук СССР*

*Редактор А. А. Нейман
Художник К. М. Егоров
Технический редактор Е. Н. Евтянова*

Сдано в набор 6/III 1969 г. Т-07095. Подписано к печати 23/VI 1969 г. Формат 70×108^{1/16}.
Бумага: № 2. Печ. л. 18. Усл. печ. л. 25,2. Уч.-изд. л. 24,6. Тираж 1000 экз.
Тип. зак. 5581.

Цена 2 р. 66 к.

Издательство «Наука». Москва, К-62, Подсосенский пер., д. 21
2-я типография издательства «Наука». Москва, Г-99, Пичбинский пер., 10

2-10-2
588-69(I)



		Детрит, ил	Ил	Песок, ил			Ил
2—5	5—20	5—20	7—20	7—20	20—70		70—150
4655	14400	7150	6260	8170	850	4236	4168
32,6	100,8	50,05	43,82	57,19	5,95	29,65	29,18
370	4145	2832	520	866	837	1769	2272
22,3	299	216,7	59	58,8	34	168,82	212,7
520	4650	4045	3755	4625	1960	4844	4470
13,71	89,25	89,75	66,92	96,09	51,24	118,1	98,25
25	160	110	166	—	24	9	5
0,3	1,92	1,32	2	—	0,28	0,11	0,06
17	100	590	—	13	—	2	—
0,2	1,2	7,1	—	0,15	—	0,024	—
10	42	10	—	2	27	106	100
0,46	1,93	0,46	—	0,09	1,24	4,9	4,6
—	20	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	11	2	1
—	—	—	—	—	10	1,7	0,9
—	—	—	—	—	—	—	—
—	53	15	60	9	17	12	13
—	2	3	16,1	1,4	4	2,4	1,5
5597	23570	14752	10761	13685	3726	10988	11029
69,57	496	368,38	187,84	213,72	106,71	325,7	347,19

ЛИТЕРАТУРА

- Гаврилов Г. Б. 1950. Автореф. канд. дисс. Иркутск.
 Кожов М. М. 1962. Биология озера Байкал. М., Изд-во АН СССР.
 Кожов М. М., Ижболдина Л. А. и др. 1965. Гидробиол. ж., № 4.
 Мейер К. И. 1930. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. XXXIX, вып. 3—4.
 Миклашевская Л. Г. 1935. Тр. Байкальской лимнологической станции АН СССР, т. 6.
 Скабичевский А. П. 1934. Изв. Биол.-геогр. ин-та, т. VI, вып. 1.
 Яснитский В. Н. 1928. Докл. АН СССР, № 18—19.

О КОРМОВЫХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ оз. БАЙКАЛ

М. М. КОЖОВ, Г. И. ШНЯГИНА

Биолого-географический институт
 при Иркутском университете

Главным фактором, определяющим рыбопродуктивность любого водоема, является кормовая база. На это указывал еще К. Бэр (1854), который писал, что «рыбы может водиться только такое количество, которое может находить себе пропитание». При обсуждении вопроса о прогнозе запасов рыбы в водоемах, где они подорваны, а также во

вновь возникающих крупных водохранилищах, знание кормовой базы особенно необходимо (Цееб, 1966).

Определение кормовой базы для рыб оз. Байкал вследствие резкого упадка в нем запасов важнейших промысловых видов является важной и в то же время очень сложной проблемой. Для ее решения силами научных работников Байкальской биологической станции были выполнены многолетние полевые исследования по выяснению распределения и обилия основных кормовых объектов для омуля и других пелагических рыб в Байкале, а также ряд экспериментальных работ по выяснению кормовых коэффициентов всех возрастных групп промысловых пелагических рыб (омуль, бычки-желтокрылки) при кормлении их разными кормами (копеподы, дафнии, коловратки, олигохеты, молодь рыб и т. д.). Были изучены также некоторые донные рыбы, молодь которых питается планктоном. Полевые и экспериментальные исследования показали, что основу питания пелагических рыб Байкала составляет веслоногий рачок эпишура. Его доля в общей биомассе зоопланктона в открытых районах озера составляет обычно 80—95% и более. К этому основному компоненту в том или ином количестве примешивается *Cyclops kolensis*. В некоторые годы этот рачок составляет в конце лета 60—80% общей биомассы зоопланктона, преимущественно в районах обширных мелководий. В губах и заливах существенную роль в биомассе зоопланктона играют ветвистоусые рачки, коловратки и другие компоненты прибрежного планктона, пригодные в пищу планктофагам, а в глубоководной области — пелагический бокоплав *Macrohectopus branizkii* Dyb.

В районах, где происходит нерест бычков-желтокрылок и где летом в массе живут их личинки и мальки, последние также служат объектом питания омулей и самих желтокрылок.

Многолетние наблюдения за сезонной динамикой биомассы и численности зоопланктона позволили выяснить заметные годовые колебания его урожая. Основным материалом по сезонным изменениям зоопланктона был получен в районе Больших Котов. Для сравнения количества и биомассы зоопланктона, развивающегося в этом районе, почти ежегодно нами проводятся объезды всего озера или большей его части, преимущественно в период максимального развития зоопланктона в августе-сентябре.

Расчеты показали, что средняя многолетняя (1946—1964 гг.) биомасса сетного зоопланктона в период максимума составляет в Байкале 25 г/м² в слое 0—250 м, а осадочного — 37 г/м². При сравнении биомассы зоопланктона южного, среднего и северного Байкала мы не нашли сколько-нибудь резких отличий. Так например, сетной планктон во всех этих районах в слое 0—50 м в конце августа — сентябре колеблется около величины в 25 г/м². Исследования последних лет показали, что за 1962—1965 гг. средняя биомасса сетного зоопланктона в открытых глубоководных районах Байкала в слое 0—50 м колебалась от 19 до 25 г/м², а в Селенгинско-Бугульдейском районе она колебалась в пределах 26—57 г/м². В некоторые годы средняя биомасса зоопланктона в августе-сентябре бывает выше указанной величины, в другие годы — ниже. Было выяснено, что годовые колебания урожая планктона в общем синхронны для разных частей озера, т. е. годы малоурожайные (средняя биомасса сетного зоопланктона в слое 0—50 м в период максимума 12—21 г/м²) и высокоурожайные (40—50 г/м²) являются общими для всего Байкала, что, очевидно, связано с общими для всего озера условиями развития планктона (Кожов, 1964).

Основываясь на полученных данных, мы сделали попытку определить минимальную возможную годовую продукцию зоопланктона. При этом исходили из следующих соображений.

Коэффициент P/B ракового планктона в Байкале не может быть сколько-нибудь высоким вследствие суровых температурных условий его развития в открытых водах. Я. Я. Цееб (1966) для зоопланктона Каховского водохранилища принимает за коэффициент P/B величину 20—22, при этом он исходит не из максимальной летней, а из средне-летней биомассы зоопланктона, колеблющейся в разные годы от 7,34 до 22,5 г/м². Мы полагаем, что в открытых водах Байкала таких высоких коэффициентов P/B для зоопланктона не может быть. Однако плодovitость основных его компонентов в Байкале — эпишуры и циклопа — значительна. Число яиц у этих рачков исчисляется десятками; тот и другой в течение года имеют не менее двух генераций. Чтобы избежать сильного преувеличения, мы принимаем за минимально возможную суммарную годовую продукцию зоопланктона в открытых водах Байкала удвоенную величину его средней многолетней биомассы, полученной методом осаждения в период максимума развития планктона (август-сентябрь). По такому расчету средняя многолетняя продукция зоопланктона в Байкале определяется как минимум в 740 кг/га. Такую величину продукции мы принимаем лишь для той части Байкала, которая является главным кормовым пастбищем для пелагических промысловых рыб — омуля и двух видов бычков рода *Cotocomephorus* (*C. grewingki* и *C. inermis*), а также и для молоди других видов, питающихся на первых стадиях развития зоопланктоном. Под нагульную площадь для промысловых пелагических рыб мы понимаем открытые мелководья, а также прибрежные районы глубоководной области, которые постоянно или временно посещаются промысловыми планктофагами в нагульный период. Размеры площади с глубинами, не превышающими 250—300 м, составляют в Байкале 500—600 тыс. га, а размеры той части глубоководной области, которая посещается промысловыми планктофагами в нагульный период, равна приблизительно такой же величине. Таким образом, общая площадь нагульного ареала промысловых планктофагов в Байкале составляет не менее 1 млн. га, т. е. 1/3 всей площади Байкала (Кожов, 1964, 1965). На этой площади средняя многолетняя продукция кормового зоопланктона определяется в 740 тыс. т. Указанную величину средней годовой продукции ракового планктона нельзя считать завышенной даже потому, что биомасса зоопланктона в период максимума (когда корм особенно интенсивно потребляется рыбами) является уже остаточной. Вероятно, фактическая продукция зоопланктона намного выше, чем указано нами.

Чтобы ответить на вопрос, какую долю годовой продукции зоопланктона способны употреблять рыбы в качестве корма, необходимо знать способы ловли рыбами планктона, степень доступности разных концентраций корма и разных размерных групп кормовых объектов, кормовые коэффициенты у разных возрастных групп рыб. По исследованиям ряда авторов, занимавшихся этими вопросами, степень использования зоопланктона рыбами-планктофагами очень высока. Так, П. П. Пирожников (1954) считает, что рыбы способны использовать в качестве корма 60—65% наличного зоопланктона. Я. Я. Цееб (1966) на основании исследований Л. П. Брагина пишет, что в выростных прудах молодь карпа использует до 90—98% продукции зоопланктона. Цееб допускает возможность использования рыбами в озерах и водохранилищах до 80% продукции зоопланктона. Известно, что в Байкале концентрация зоопланктона очень низка зимой и глубокой осенью, она постоянно нарастает весной и летом при повышении температуры воды до оптимальных для развития зоопланктона величин. От сезонной периодичности развития зоопланктона зависит и периодичность кормовой и двигательной активности рыб-планктофагов. В холодный период года (ноябрь — апрель)

на местах зимовки омуль питается очень слабо, очень мала также и его двигательная активность (Шульгина, 1953; Мишарин, 1958). Нагульный период рыб начинается лишь в июне, так как именно к этому времени на прибрежных мелководьях и в предустьях крупных рек начинается развитие зоопланктона. К середине июня основная масса омуля выходит с мест зимовок в прибрежные области, а к середине июля его нагульный ареал расширяется и охватывает более открытые и, наконец, глубоководные районы. Таким образом, выедание зоопланктона рыбами приходится лишь на период их интенсивного откорма, сначала на ближайших к берегам мелководьях, а затем и в открытых районах озера, т. е. на тот период, когда создаются достаточно плотные концентрации зоопланктона, доступные для рыб. Такой сезонный ритм в питании омуля наблюдается как в естественных условиях, так и в аквариумах. При температуре воды 4—5° и ниже рыбы не берут корма, даже если его давать в изобилии (Лыскова, 1963; Топорков, 1963; Волкова, 1963). Очевидно, и пищеварительная способность желудка рыбы подчинена тому же выработанному сезонному ритму. Старшие возрастные группы омуля активно ищут корм и усиленно вылавливают его при повышении температуры до 7—8° и более и при концентрации рачков копепоидитных стадий в 150—300 экз/л; а молодь способна кормиться и при значительно меньших концентрациях рачков, в том числе и находясь на ранних стадиях развития (Потакуев, 1954).

В сумеречное время, благодаря вертикальным миграциям, в верхнем слое воды (0—5, 0—10 м) сосредоточивается обычно более половины всех рачков, находящихся в слое 0—50 м (Захваткин, 1930; Мазепова, 1957; Шнягина, 1965). Здесь создаются концентрации рачков в копепоидитных стадиях по 100—300 экз/л (и более), что уже вполне достаточно для рентабельного питания рыбы, вылавливающей корм главным образом в сумеречное время суток. Наши наблюдения и расчеты показали, что такая концентрация обычно происходит, если общая биомасса сетного планктона днем в слое 0—250 м составляет не менее 10—15 г/м². Такая биомасса наблюдается в июне и июле у берегов на мелководьях, а в августе-сентябре также и в открытых глубоководных районах. В действительности же многолетняя биомасса зоопланктона в августе-сентябре и даже позднее, как сказано выше, значительно превышает указанную величину. Например, в августе-сентябре 1959 г. биомасса сетного зоопланктона составляла более 100 г/м², причем состояла почти исключительно из копепоидитных и взрослых стадий рачков. Следовательно, не может быть и речи о невозможности использования зоопланктона или о крайней ограниченности этой возможности, как утверждают некоторые авторы (Вилисова и Черепанов, 1965; Коряков, 1964). Необходимо также учитывать, что омуль, как и бычки-желтокрылки, используют помимо мелких рачков бокоплава (*Macrohectopus branizkii*) и молодь бычков-желтокрылок, а нередко переходит и на донный корм.

Степень усвоения рыбами корма может быть охарактеризована следующими кормовыми коэффициентами: у молоди омуля и бычков-желтокрылок при кормлении их рачками коэффициент равен 2,5—3,5, у старших возрастных групп — 4—6. Эти коэффициенты установлены путем многочисленных экспериментальных наблюдений (Лыскова, 1963; Топорков, 1963; Топорков и Тугарина, 1963, и др.).

Для определения количества выедаемого рыбами корма мы исходили из величины добычи рыбы в конце 50-х годов, когда валовая добыча омуля колебалась около 70 тыс. ц, а также из величины естественной смертности, полученной на основании наблюдений в природе и в экспериментах (Мишарин, 1954; Топорков, 1963). Естественная смертность омуля наиболее высока лишь у ранней молоди в возрасте 1—

2 месяцев, когда более 90% ее уничтожается хищниками и вымирает от других причин. У более старших групп она невелика.

Принимая указанные выше средние кормовые коэффициенты для этих рыб, мы выясняем, что годовое потребление ими зоопланктона в 50-е годы в среднем не могло превышать 70 тыс. т, что равно примерно 1/10 доле создающейся в год средней многолетней продукции зоопланктона (Кожов, 1964, 1965).

В настоящее время несоответствие между годовой продукцией кормового зоопланктона и его потребителями (промысловыми рыбами-планктофагами) стало еще более резким, так как запасы рыбы (в частности омуля) уменьшились до катастрофически малых размеров.

Таким образом, наши данные указывают на крупные потенциальные возможности Байкала по продукции промысловых рыб-планктофагов, особенно омуля, количество которого возможно намного увеличить без ущерба для кормовой базы.

Для определения этой возможности нужно знать, какую долю продукции зоопланктона рыбы в состоянии употребить. Как выше было указано, аналогичные расчеты для водохранилищ, озер и прудов указывают на возможность использования 60—80% кормового планктона. Мы считаем, что в естественных условиях Байкала рыбы в состоянии выловить не более 1/3 годовой продукции зоопланктона. Но и в этом случае потенциальная продукция для рыб-планктофагов в Байкале такова, что смело можно рассчитывать на увеличение запасов омуля до количества, которое обеспечило бы годовую улов омуля до 150 тыс. ц. Мы полагаем, что указанная здесь величина потенциальной рыбопродуктивности реальна и не преувеличена.

ЛИТЕРАТУРА

- Бэр К. 1854. Уч. зап. Акад. наук, т. 2, вып. 4.
Вилисова И. К. и Черепанов В. Г. 1965. Тр. Лимнол. ин-та, т. 6 (26).
Волкова Л. А. 1963. Тр. Всес. гидробиол. об-ва, т. XIII.
Захваткин А. А. 1930. Докл. АН СССР, № 4—5.
Кожов М. М. 1954. Вопр. ихтиол., вып. 2.
Кожов М. М. 1964. Вопр. ихтиол., т. 4, вып. 1 (30).
Кожов М. М. 1965. Изв. Биол.-геогр. ин-та, т. XVIII, вып. 1—2. Иркутск.
Коряков Е. А. 1964. Тр. Лимнол. ин-та, т. 11 (XXII), ч. 3.
Лыскова В. Н. 1963. Тр. Всес. гидробиол. об-ва, т. XIII.
Мазепова Г. Ф. 1957. Изв. Вост.-Сиб. фил. АН СССР, № 4—5.
Мишарин К. И. 1954. Изв. Биол.-геогр. ин-та, т. XIV, вып. 1—4.
Мишарин К. И. 1958. В сб.: Рыбы и водное хозяйство оз. Байкал. Иркутск.
Пирожников П. Л. 1954. Изв. ВНИОРХ, т. 50.
Потакуев Я. Г. 1954. Автореф. канд. дисс. Иркутск.
Топорков И. Г. 1963. Тр. Всес. гидробиол. об-ва, т. XIII.
Топорков И. Г., Тугарина П. Я. 1963. Тр. Всес. гидробиол. об-ва, т. XIII.
Шнягина Г. И. 1965. Тр. Лимнол. ин-та, т. 6 (26).
Шульгина Е. А. 1953. Тр. Иркутск. гос. ун-та, сер. биол.; т. VII, вып. 1—2.
Цееб Я. Я. 1966. Вопр. ихтиол., т. 6, вып. 2 (39).