



40166

4

Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»

О ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ ПЛАНКТОНА В оз. БАЙКАЛ

Байкал по условиям жизни далеко не однороден. В различных своих частях он заселен разными, исторически сложившимися комплексами организмов, резко отличающимися по жизненному циклу и требованиям к условиям развития. Каждый из этих комплексов занимает свой ареал, свою экологическую область или зону. Хотя границы между ними меняются в зависимости от сезонных и годовых изменений гидрометеорологических и биотических факторов, все же каждой свойственны своя жизнь, свой сезонный ритм и интенсивность развития планктона.

Среди планктона Байкала, как и среди бентоса, резко выделяются два главных комплекса видов: европейско-сибирский и собственно байкальский. Европейско-сибирский комплекс заселяет преимущественно соры, бухты и прибрежные мелководья, хорошо защищенные от вторжения открытых вод, поэтому в экологическом отношении его можно назвать прибрежно-сорным. Он состоит из множества видов, тождественных заселяющим обычные озера Сибири. Но в такие сезоны года, когда температурный барьер между местами постоянного их обитания и соседними, более открытыми и глубокими водами Байкала исчезает, некоторые виды этого комплекса могут внедряться в соседние области, а иногда даже в глубоководную пелагиаль.

Байкальский комплекс состоит из эндемиков Байкала, заселяющих открытые воды озера, особенно глубоководную пелагиаль озера. В экологическом отношении его можно назвать глубоководным пелагическим. К нему относятся: из водорослей — диатомей *Melosira baicalensis*, *Cyclotella baicalensis*, *C. minuta*, эндемичные виды родов *Gymnodinium* и *Peridinium*; из зоопланктона — рачок *Epischura baicalensis*, бокоплав *Macrohectopus branizkii*, коловратка *Synchaeta pachypoda*, несколько эндемичных видов инфузорий. Можно полагать, что этот байкальский комплекс сформировался еще в третичный этап истории Байкала, но был обеднен в ледниковый период и в мало измененном виде сохранился в современном Байкале.

Виды байкальского комплекса, при наличии соответствующей их требованиям температуры воды, что бывает осенью, зимой и ранней весной, также могут вторгаться в соседние с глубоководной пелагической области, в том числе в прибрежные мелководья и даже в соры, но значительных скоплений они здесь не образуют и по мере прогревания вод быстро исчезают.

Для их обитания здесь требуется постоянное пополнение путем заноса вод из открытых частей озера.

Кроме рассмотренных двух основных комплексов, выделяется еще третий, как бы переходный. Он состоит из видов, широко распространенных в озерах Сибири и способных так же широко распространяться в открытых водах Байкала, в том числе в глубоководных районах, где они нередко могут составлять существенную долю биомассы планктона вместе с байкальцами. Из фитопланктона к таким видам можно отнести *Melosira islandica*, виды рода *Synedra* и некоторые другие водоросли; из зоопланктона — байкальскую популяцию *Cyclops kolensis*, байкальские формы коловраток из родов *Keratella*, *Filinia*, *Notholca*, *Kellicottia*. Этот комплекс видов в Байкале Г. Ю. Верещагин называл байкало-сибирским. Очертить с достаточной полнотой этот интересный комплекс организмов мы в настоящее время еще не в состоянии.

По планктонному населению целесообразно различать в Байкале следующие главные экологические области, или зоны: 1) прибрежно-соровую зону; 2) предустья крупных рек — притоков озера, которые в свою очередь могут быть поделены на прибрежную мелководную зону (глубины до 10—15 м) и внешнюю, которая является как бы переходной к открытым глубоким водам; 3) крупные заливы, губы и проливы, в том числе Малое море; 4) глубоководную область, которую можно подразделить на зону внешнюю, еще находящуюся под известным влиянием прибрежных мелководий, и центральную, расположенную вдали от обширных мелководий и от устьев крупных рек.

В участках прибрежно-соровой зоны условия жизни мало отличаются от условий в обычных сибирских евтрофных озерах. После вскрытия льда (обычно в мае или апреле) вода таких участков быстро прогревается до дна, температура достигает в середине мая 8—10°, в июне 15—16°, в июле—августе — 20—22° и более. Годовая сумма температур здесь в общем в два раза и более превышает годовую сумму температур глубоководной области озера. Зимой вследствие обилия органического вещества в грунте и интенсивных процессов гниения может возникать дефицит кислорода. Участки прибрежно-соровой зоны являются основным местом обитания европейско-сибирских видов планктона, как бы очагом, откуда они способны проникать в соседние области. Весеннее развитие водорослей здесь начинается очень рано, возможно сразу после ледостава, а в первой половине июля наблюдается уже мощное цветение воды. Максимум биомассы зоопланктона отмечается здесь в июле—августе. Концентрация зоопланктона в это время весьма высокая. Так, в 1961 г. в Посольском соре, по данным Шнягиной, в июле и августе биомасса зоопланктона достигала

2—6 г/м³, а среди зарослей макрофитов была в несколько раз больше.

Общая площадь участков прибрежно-соровой зоны очень мала, не более 40—50 тыс. га, т. е. около 1,5% общей площади озера, но в общей продуктивности Байкала они играют существенную роль. Вследствие более продолжительного периода относительно высоких температур воды (4—5 месяцев) круговорот веществ, а следовательно, и процессы биопродуцирования протекают здесь значительно интенсивнее, чем в открытых водах Байкала. Поэтому эти участки служат богатыми пастбищами для многочисленной молоди рыб Байкала, в том числе молоди омуля. Так, по данным И. Г. Топоркова (1963), в Посольском соре наряду с сотнями миллионов мальков частиковых пород нагуливаются мальки омуля, скатывающиеся из Большой речки и выпускаемые Большереченским рыбоводным заводом. Мальки омуля живут здесь с апреля—мая по середине июня и не выходят отсюда, пока температура прибрежных мелководий открытого Байкала не поднимется по крайней мере до 10—12°, т. е. до середины июля.

В предустьевых крупннх рек расположены обширные открытые мелководья, особенно развитые в районе дельты р. Селенги. Здесь зона глубин до 10 м простирается от берегов в открытое озеро до 4—6 км, а 50-метровая изобата удалена от берегов на 8—9 км. Общая площадь предустьевых мелководий до глубин 50 м равна в Байкале приблизительно 100 тыс. га, из них до 40 тыс. га занимают глубины 0—10 м и до 20 тыс. га — глубины 0—5 м.

Обширным предустьевым мелководьям свойственны также более раннее прогревание воды и, следовательно, более раннее развитие планктона. Уже сразу после вскрытия льда, в конце апреля и в мае, температура воды в предустьях вблизи берегов достигает 12—15°, в июне она повышается до 16—19°, в июле до 19—20°. Но уже в августе здесь начинается охлаждение вод, особенно усиливающееся в сентябре и октябре.

Прибрежная зона мелководий находится под сильным влиянием речных вод. Реки выносят в озеро речной и озерный (из пойменных водоемов) планктон и массу взвешенных веществ, оседающих вблизи устьев. Поэтому вода здесь очень мутная, прозрачность ее летом обычно не превышает 1—2 м, а после штормов понижается до нескольких сантиметров. От предустьевых мелководий берут начало постоянные течения, оказывающие значительное влияние на биологический и температурный режим тех глубоководных участков, куда они проникают. На далеко выдвинутых в открытое озеро мелководьях летом обычны резкие перемещения водных масс, сгоны прогретых мутных вод от берегов и нагоны холодных чистых вод из соседних глубоководных районов. Все это создает, как правило, сложную

картину распределения температуры, прозрачности и цветности воды, а в связи с этим и планктона.

Планктон предустьевых мелководий качественно очень богат, причем в прибрежной зоне он представлен почти исключительно обычными озерно-соровыми видами. Лишь в холодное время года к ним примешиваются байкальские виды, но последние по мере прогревания вод быстро исчезают. Биомасса фитопланктона летом здесь может достигать высокой величины, например против дельты Селенги — нескольких десятков $г/м^3$ (Вотинцев, Мазепова и Поповская, 1963). Летний максимум развития зоопланктона наступает здесь раньше всего вблизи берегов (май—июнь), а затем постепенно перемещается в более глубокие районы, что сопровождается обеднением качественного состава зоопланктона.

Пограничная полоса между прогретыми водами мелководий и более глубокими открытыми водами обычно очень узка, иногда не более 50—100 м, причем на этом протяжении летом разница в температуре воды может достигать 4—6° и больше. Эта полоса (температурный фронт) служит барьером, препятствующим распространению прибрежно-соровых видов планктона в соседнюю зону холодных вод и байкальцев в прогретые воды прибрежных мелководий. Особенно резко это выражено в первую половину лета. Температурный фронт служит барьером и при миграциях пелагических рыб, особенно омуля. В конце июня температурный фронт перемещается за пределы прибрежных мелководий в переходную зону, а с середины июля — в соседние глубоководные участки. Вслед за его передвижением от берегов в открытые воды косяки омуля и, по-видимому, бычков-желтокрылок расширяют свой нагульный ареал сначала в более глубокие участки предустьевых мелководий, а затем перемещаются в соседние глубоководные районы.

Биомасса зоопланктона вблизи берегов предустьевых районов не бывает высокой даже летом. Причиной этого служит, по-видимому, сильная мутность воды, неблагоприятная для фильтраторов (*Cladocera*, коловратки, *Epischura*). Кроме того, планктон здесь интенсивно выедается многочисленными потребителями. В зоне, переходной от прибрежной зоны мелководий к глубоководным участкам, биомасса зоопланктона бывает в середине лета богаче, чем в прибрежной зоне, но тоже колеблется в широких пределах. По данным Г. Ф. Мазеповой, в сентябре 1958 г. в Селенгинском районе биомасса зоопланктона в соседних с мелководьями участках достигала 25—44 $г/м^2$, в августе 1959 г. — 5—15 $г/м^2$ (по сетяным сборам в слое 0—50 м). По нашим многолетним наблюдениям (Кожов, 1964), биомасса зоопланктона в центральной части Селенгинского предустьевого района в 1946—1960 гг. колебалась обычно от 20 до 40 $г/м^2$, в 1962 г. она составляла здесь в то же время 19—50 $г/м^2$, в

1963 г.— 23—31 г/м². В районе предустьев верхней Ангары и Кичеры, в переходной к глубоким водам зоне, биомасса зоопланктона в августе колеблется обычно от 15 до 20 г/м² в слоях 0—25 и 0—10 м. В предустьях рек значительную, нередко преобладающую часть биомассы зоопланктона составляет *Succinea kolensis*.

Предустьевые мелководья как в прибрежной, так и в переходной зонах являются важнейшими пастбищами для многих видов рыб Байкала, в том числе для всех возрастных групп омуля. Именно здесь начинается весной интенсивный промысел омуля, в июне вблизи берегов, в июле в переходной зоне, в августе — сентябре как в предустьях, так и в соседних с ними глубоководных участках.

Обширные заливы, губы, проливы и Малое море при некотором своеобразии природы каждого из таких участков имеют общие черты, позволяющие считать их единой экологической областью. Все они в той или иной степени изолированы от вод глубоководной области, относительно мелководны, по крайней мере у берегов и во внутренних и центральных частях. Благодаря этому весенние и летние температуры воды здесь выше, чем в глубоководной области, и прогреваются такие участки раньше. Уже в мае температура воды внутренних частей заливов вдоль берегов поднимается до 7—8°, в июне до 10—12°, в июле — августе до 16—18°. В центральных частях заливов температура поверхности может достигать летом 15—16° и больше, а во внешних частях она редко превышает 14°. Вообще режим вод внешних частей и створов заливов мало отличается от режима вод прилегающих к ним глубоководных участков озера.

В заливах, губах и в Малом море качественный состав планктона беднее, чем в предустьях рек. Vegetация водорослей вдоль берегов и во внутренних частях начинается также очень рано, а при отсутствии снежного покрова — сразу же после ледостава. По мере прогревания вод после вскрытия льда весенний планктон сменяется летним сначала во внутренних частях, позднее в центральных и створовых. Кроме весеннего максимума развития водорослей, преимущественно диатомовых, в заливах, губах и в Малом море обычен летний максимум, обусловленный развитием синезеленых, зеленых и диатомовых водорослей. Биомасса их в этот период достигает больших величин, измеряемых иногда десятками граммов на 1 м³.

В составе зоопланктона зимой и ранней весной во внутренних частях заливов господствует озерно-соровый комплекс — коловратки, Cladocera, циклопы, к ним примешиваются Epischura и другие байкальцы. По мере продвижения температурного фронта из внутренних частей к створовым качественный состав планктона беднеет, из него выпадают озерно-соровые виды и на-

чинают преобладать переходный и байкальский комплексы. Во внутренних частях заливов уже в июне биомасса зоопланктона достигает в некоторые годы 2—3 г/м³ и представлена главным образом *Soropoda*, *Cladocera* и коловратками. К середине июля максимум передвигается в центральные части заливов, хотя и во внутренних частях биомасса остается высокой. К августу максимум наблюдается уже во внешних частях и в створах, причем здесь, как правило, господствуют уже байкальцы, особенно *Erischuga*. Биомасса зоопланктона в заливах, в обширных губах и в Малом море летом колеблется в пределах 10—40 г/м², но нередко достигает 50—60 г/м² и больше в слое 0—50 м. Поэтому эти районы служат местом интенсивного нагула омуля и других планктофагов, а в крупных заливах (Чивыркуйский, Баргузинский) и в Малом море планктофаги живут круглый год. Отличаясь от открытых глубоководных районов более мягким режимом, заливы, проливы и губы значительно продуктивнее их; во внутренних и центральных частях они продуктивны не менее предустьевых мелководий. Общая их площадь достигает 200—250 тыс. га.

Глубоководная область — это вся громадная акватория озера за пределами предустьевых районов, заливов, губ, прибрежных мелководий и т. д. Площадь ее занимает до 2500 тыс. га, т. е. до $\frac{5}{6}$ общей площади Байкала; глубины — больше 250 м. Однако и эта область не однообразна по режиму вод. Ее внешняя, примыкающая к обширным мелководьям и к берегам часть находится под известным влиянием последних, поэтому водный режим здесь менее суров, а планктон богаче, чем в центральной части. Кроме того, глубоководная область Южного Байкала заметно отличается по режиму вод от Северного Байкала, где этот режим особенно суров.

Весной и летом воды в глубоководной области прогреваются очень медленно, весенняя гомотермия на уровне 3,6—4° наступает лишь к концу июня, а на севере только в июле. Максимальные летние температуры редко превышают 12°. Лишь после длительной солнечной и тихой погоды температура верхнего слоя воды летом может повыситься до 14—15° и даже выше, но после первого же шторма температура резко понижается. На Северном Байкале температурный скачок даже в августе бывает очень близок от поверхности (3—5 м), а за слоем скачка температура редко бывает выше 4—6°.

В глубоководной области господствует уже типичный байкальский комплекс организмов, а также некоторые виды байкало-сибирского комплекса. Из зоопланктона здесь исключительную роль играют эндемики — *Erischuga* и бокоплав *Macrohectopus*.

Критическим моментом для жизни планктона глубоководной области является наступление весенней гомотермии, когда

вследствие интенсивного конвективного перемешивания вод планктон увлекается потоками воды на большие глубины и сильно разрежается. В этот же период весенние водоросли начинают отмирать и опускаться в глубокие слои, причем этот процесс затягивается нередко до июля, а на севере до августа. В южной части Байкала в теплые годы летом еще остается некоторое время, когда при благоприятных условиях могут развиваться летние теплолюбивые виды водорослей, особенно синезеленые; в северной же части озера времени для развития синезеленых водорослей уже не хватает. Однако в августе — сентябре нередко в глубоководных районах прозрачность воды понижается до 6—7 м без заметного присутствия синезеленых или иных обычных летних водорослей. Вода приобретает ясно зеленовато-буроватый оттенок, т. е. обнаруживает признаки цветения, обусловленного, по-видимому, какими-то мельчайшими организмами, природа которых пока мало известна.

Зоопланктон глубоководной области по мере прогревания воды качественно меняется мало, но биомасса его летом (август — сентябрь) резко возрастает, причем почти исключительно благодаря увеличению численности *Epiischura*. Во внешней части глубоководной области, граничащей с мелководьями, к *Epiischura* нередко примешиваются циклопы, а иногда и *Cladocera*, в центральных же частях доля *Epiischura* в общей биомассе зоопланктона достигает 90—99%.

ГОДОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ УРОЖАЯ ПЛАНКТОНА

Биологическую продуктивность водоемов нельзя объективно оценить без учета годовых урожаев планктона. На примере колебаний урожаев в оз. Байкал можно ясно показать необходимость этого учета. Особенно резко колеблются урожаи фитопланктона в глубоководной области Байкала. Такие весенние виды диатомей, как *Melosira baicalensis*, *M. islandica*, в отдельные годы дают весной исключительно высокую биомассу — до 3—5 г/м³ и больше в среднем на слой 0—25 м, что соответствует 1,5—2,5 т/га. Конечно, продукция диатомей в такие годы должна намного превышать их биомассу в максимальный период развития. За 20-летний период наших наблюдений в Южном и Среднем Байкале высокие урожаи *M. baicalensis* периодически отмечались через каждые 2—3 года. Однажды (в 1960—1961 гг.) они повторились 2 года подряд, но после этого вновь установился тот же ритм их развития. Столь же резкие периодические колебания урожаев наблюдаются у *M. islandica*, причем часто они совпадают с урожаями *M. baicalensis*. В промежуточные между урожайными годы оба эти вида в глубоководной области встречаются лишь единично. Исключительно высокие урожаи их захватывают одновременно значительную или

даже большую часть Байкала, в том числе обширные открытые мелководья. Общими для громадной акватории озера являются и годы депрессии этих диатомей. Однако на обширных мелководьях высокие урожаи *Melosira* могут иметь и узко локальный характер и несколько иную периодику.

В урожайные годы, когда *Melosira* бывает обильно представлена в южной и средней частях Байкала, она слабо развивается в Северном Байкале. Таковы были, например, 1950 и 1960 гг. (Антипова, 1963) и 1964 г. (по данным Г. И. Поповской). Можно предполагать, что обширные мелководья являются главными очагами развития отмеченных видов *Melosira*. Это положение еще более приложимо к третьему массовому виду диатомей — *Stephanodiscus binderanus* (= *M. binderana*), урожай которого также резко колеблется, но носит более локальный характер; распространяется этот вид за пределы мелководий в массовом количестве далеко не каждый год. Колеблются урожаи и таких весенних водорослей, как *Cyclotella baicalensis*, *C. minuta* и другие, но не так сильно, как у видов *Melosira*.

Урожаи зоопланктона как отдельных видов, так и в целом также резко колеблются в разные годы. Зависит это от гидрометеорологических и биологических факторов. В годы исключительного обилия диатомей они, конечно, даже в малой доле не выедаются их потребителями (преимущественно *Epischura*), образуя как бы трофический тупик. Но, отмирая и разлагаясь, они образуют богатый субстрат для развития многочисленного бактериального населения (Кожова и Казанцева, 1961), а на этой базе — фильтраторов из инфузорий, коловраток и т. д. Вслед за появлением массового количества этих организмов летом в верхних слоях воды появляется хищный циклоп *C. kolensis*, который уничтожает молодь *Epischura*. В годы обилия *Melosira* урожай *Epischura*, как правило, резко снижается, вероятно вследствие выедания циклопами, а может быть, и от других, не выясненных еще причин. Но вслед за опускающейся *Melosira* летом и осенью вглубь опускаются половозрелые самки и старшие копеподитные возрастные группы *Epischura*. Они усиленно питаются по пути как *Melosira*, так и бактериями; по-видимому, поэтому повышенные урожаи *Epischura* наблюдаются обычно в годы, непосредственно следующие за «мелозирными» годами.

На урожай зоопланктона влияет также температурный режим воды в открытый период жизни озера. Замечается, что чем теплее весна и лето, тем обильнее как общий урожай зоопланктона, так и урожай таких его массовых видов, как *Epischura*. Однако бывают, хотя и редко, годы, когда летом в условиях длительного периода высоких температур воды (более 14—15°) наблюдается повальная гибель *Epischura* вследствие поражения его сапролегнией. Так было, например, в 1943 г.

Все эти сложные явления в жизни зоопланктона, вызываемые как гидрометеорологическими, так и биологическими факторами, исключают возможность судить о продуктивности озера по кратковременным наблюдениям в его отдельных районах. Для этого необходимы многолетние и по возможности одновременные наблюдения в каждой экологической области озера. На Байкале такие систематические наблюдения за планктоном еще недостаточны. Поэтому в настоящее время трудно дать даже весьма приближенно количественную оценку биопродуктивности Байкала. В последние годы (Кожов, 1962, 1964, и др.) мы неоднократно делали такую попытку в отношении зоопланктона, главным образом на основе многолетних наблюдений за его развитием в районе Байкальской биологической станции Иркутского университета, а также ежегодных полевых исследований в разные годы и сезоны в других районах Байкала. Было установлено, что наиболее продуктивны очерченные выше участки прибрежно-соровой зоны Байкала, обширные предустьевые мелководья, заливы, проливы, губы и тому подобные участки. Они отличаются не только относительно более высокой концентрацией зоопланктона в летний период, но и более интенсивным темпом продуцирования. Летом (август — сентябрь) зоопланктон значительно развивается также в соседних с мелководьями глубоководных районах озера, систематически посещаемых в это время омулем и бычками-желтокрылками всех возрастных групп. Можно считать, что в общей сложности вся эта прибрежная в широком смысле область Байкала занимает до 1 млн. га, т. е. третью часть Байкала. Средняя многолетняя биомасса зоопланктона в период максимума (август — сентябрь) определяется здесь приблизительно в 37 г/м^2 . Годовая продукция зоопланктона в Байкале не может быть менее удвоенной массы максимальной летней биомассы; вероятно, она значительно больше. Но если коэффициент П/Б (продукция на биомассу в период максимума) мы будем считать равным 2, то и в этом случае продукция зоопланктона на указанной выше акватории составит 740 кг/га , а всего 740 тыс. т, причем резко преобладающую его часть будут составлять ракообразные, особенно Сорепода. Именно на этой площади в 1 млн. га и нагуливаются промысловые планктофаги Байкала — омуль и бычки-желтокрылки, а на мелководьях также молодь бентосоядных рыб. Годовая продукция всех этих потребителей зоопланктона (как промысловых, так и непромысловых) в последние годы не превышает 14 тыс. т, годовое же потребление ими зоопланктона в качестве корма не превышает 70 тыс. т, т. е. не более $1/10$ годовой продукции зоопланктона.

Другая картина наблюдается в центральных районах глубоководной области Байкала, занимающих до 2 млн. га, т. е. $2/3$ общей площади озера. Вся эта обширная область находится в

безраздельном владении двух видов голомянок и бычка-черногровки. Промысел этих рыб не ведется, поэтому кормовые ресурсы для указанных планктофагов должны находиться в известном, исторически сложившемся соответствии с запасами названных выше рыб.

Как показали исследования, зоопланктон центральных частей глубоководной области Байкала несколько беднее, чем в охарактеризованной выше части Байкала. Он состоит практически лишь из *Erischuga* и *Macrohectopus*. Однако и эти далекие от берегов глубоководные районы — далеко не пустыня. Биомасса зоопланктона в период летнего максимума здесь в некоторые годы не уступает биомассе в прибрежной области, хотя период максимального развития зоопланктона здесь сдвинут к осени и несколько укорочен. Мы допускаем, что при средней многолетней биомассе зоопланктона в период максимума, равной 25 г/м^2 , его продукция на площади 2 млн. га в среднем не может быть менее 1 млн. т. На этом основании можно считать, что запасы голомянок в Байкале действительно должны быть весьма значительными (Коряков, 1958).

Если принять, что Байкал в целом дает в среднем 2 млн. т годовой продукции зоопланктона, что, вероятно, можно считать возможным минимумом, то продукция фитопланктона должна быть здесь не меньше многих десятков миллионов тонн, так как преобладающая доля биомассы зоопланктона живет за счет водорослей; кроме того, значительная часть последних выпадает на дно в осадок, обогащая грунт органическими веществами.

Таким образом, Байкал отличается значительной продуктивностью своих вод. Этому способствуют прежде всего обилие солнечных дней в Прибайкалье, большая мощность трофогенного слоя, обилие биогенных соединений, запасы которых в толще вод Байкала практически неисчерпаемы и ежегодно пополняются поступлениями с громадной водосборной площади.

ЛИТЕРАТУРА

- Антипова Н. Л. 1963. О колебаниях численности видов мезохиры в планктоне оз. Байкал. — Труды Всес. гидробиол. об-ва, т. XIII.
- Вотинцев К. К., Мазепова Г. Ф. и Поповская Г. И. 1963. Физико-химический режим и жизнь планктона Селенгинского района оз. Байкал. — Труды Лимнол. ин-та Сиб. отдел. АН СССР, т. 7 (27).
- Кожов М. М. 1962. Биология оз. Байкал. Изд-во АН СССР.
- Кожов М. М. 1964. О кормовой базе для пелагических рыб оз. Байкал. — Вопросы ихтиологии, т. 4, вып. 1 (30).
- Кожова О. М. и Казанцева Э. А. 1961. О сезонных изменениях бактериопланктона в водах оз. Байкал. — Микробиология, № 1.
- Коряков Е. А. 1958. Бычкообразные рыбы Байкала. В сб.: «Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне оз. Байкал». Иркутск.
- Топорков И. Г. 1963. Биология молоди байкальского омуля. — Труды Всес. гидробиол. об-ва, т. XIII.