ТРУДЫ КАРЕЛЬСКОГО ФИЛИАЛА АКАДЕМИИ НАУК СССР

Выпуск V Вопросы ихтиологии внутренних водоемов 1956

М. В. БАЛАГУРОВА

Институт биологии Карельского филиала Академии наук СССР

О МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЫБНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ

Для планирования рыбного хозяйства знание рыбной продуктивности водоемов является совершенно необходимым. Постановка промысла без правильного учета рыбных ресурсов в условиях озер неизбежно ведет к нарушению одного из основных принципов ведения социалистического хозяйства, а именно заботы не только об увеличении интенсивности эксплуатации природных богатств, но и об их сохранении и умножении.

В последние годы уделяется большое внимание разработке проблемы повышения рыбопродуктивности внутренних водоемов. В условиях Карелии работы по данной проблеме тем более важны, что огромное число ее малых озер имеют и количественно и качественно низкую рыбопродуктивность. Между тем, многие из этих озер обладают хорошими природными условиями, например, такие озера, как Крошнозеро и Миккельское озеро. Физические и биологические условия названных озер позволяют отнести их к высококормным в условиях Карелии водоемам, пригодным для жизни в них ценной промысловой рыбы — леща. Хорошая прогреваемость Крошнозера и Миккельского озера, благоприятный газовый режим, наличие удобных мест для размножения леща и откорма его молоди, а также целая система озер и рек, удовлетворяющая миграционным потребностям леща, позволяют отнести эти озера к типу лещовых. Однако из года в год уловы леща в Миккельском озере и Крошнозере незначительны и имеют тенденцию к снижению.

Имея в виду выяснение причин низкой рыбопродуктивности Миккельского озера и Крошнозера и обоснование мероприятий по ее повышению, сектор зоологии Института биологии Карельского филиала Академии наук СССР под руководством и при участии профессора И. Ф. Правдина проводил на этих озерах в течение трех лет (1952—1954 гг.) научно-исследовательские работы. Комплексному изучению были подвергнуты как рыбы, так и сами водоемы и их рыбный промысел. Результаты работ позволяют определить рыбопродуктивность Миккельского озера и Крошнозера и наметить пути ее увеличения. Выбранные озера явились весьма удобным объектом исследований, т. к. вследствие незначительных размеров они представляют большие возможности непосредственных наблюдений над биологией населяющих их рыб.

Площадь Миккельского озера 6,6 *км*^{2} (660 *га*) при максимальной глубине 2,4 *м*. Озеро имеет круглую форму с почти неизрезанной береговой линией. Чашеобразное ложе в центральной части озера выстлано мощным слоем серо-зеленого ила. В береговой зоне наблюдается силь-

ное развитие высшей водной растительности. Воды Миккельского озера относительно богаты биогенными веществами, что определяет пышное развитие в них фито- и зоопланктона. Средняя биомасса продуктивного бентоса озера 18,7 *кг/га* при общей биомассе 24,0 *кг/га* (Соколова, 1956); общее количество планктона—1254,4 *кг* (Филимонова, 1956). В озеро впадает несколько ручьев, несущих болотную воду, и р. Матчелица, соединяющая Миккельское озеро с Крошнозером; вытекающая из Миккельского озера Миккельская речка соединяет его с Шотозером. Все три озера входят в верхнюю часть бассейна р. Шуи, впадающей в Онежское озеро.

Мелководность и хорошая прогреваемость Миккельского озера наряду с богатой растительностью и хорошими газовыми и кормовыми для молоди условиями делают это озеро естественным инкубатором для промысловых рыб. Сюда поднимается на нерест лещ из Шотозера, сюда же идут на нерест лещ, судак и плотва из Крошнозера. Таким образом, Миккельское озеро определяет численность леща (а возможно, и судака) в Шотозере и в Крошнозере.

Рыбопродуктивность Миккельского озера определялась нами двумя способами. Первый метод определения рыбопродуктивности заключался в систематическом облове различных участков озера неводом в разные сезоны года и определении количества вылавливаемой рыбы в повидовом составе на единицу площади озера. Облов вдоль береговой линии производился мальковым неводом с длиной крыла 10 *м* и веревок (урезов) в 50 *м*. Середина озера облавливалась по четырем диаметрам малым озерным неводом с длиной крыла в 35 *м* и урезов в 50 *м* (рис. 1).

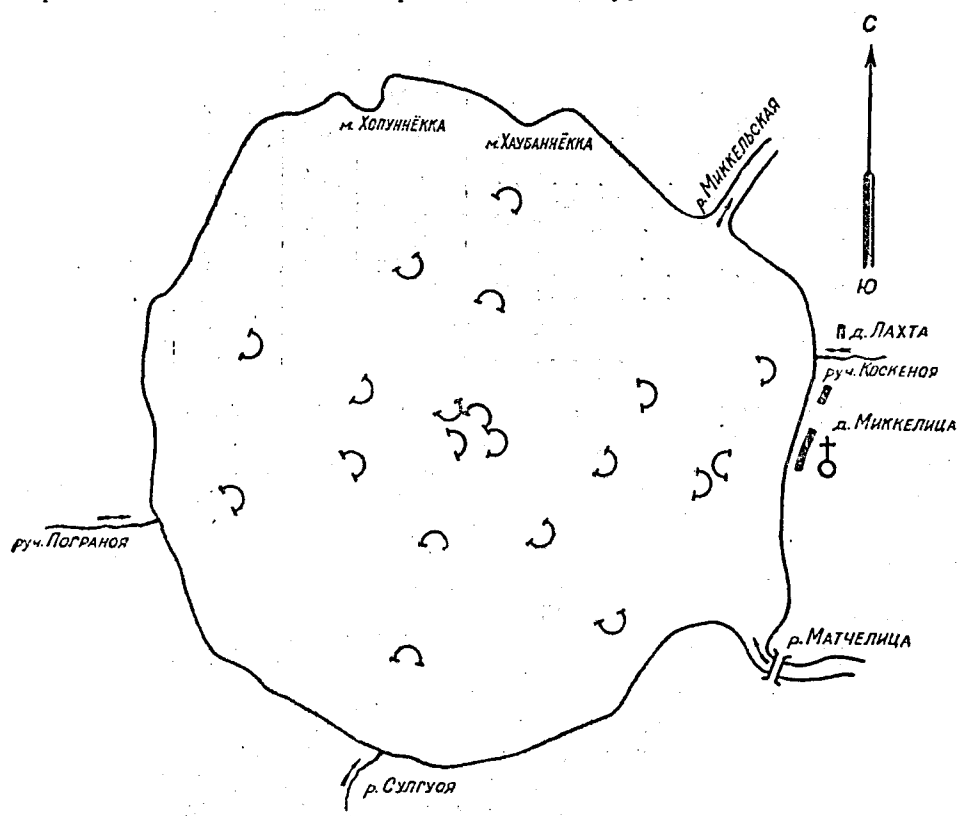

Рис. 1. Схема неводного облова Миккельского озера.

При расчислении площади облова мы исходили из следующего. Максимальной площадью облова мальковым неводом мог быть прямоугольник со сторонами в 50 *м* (урезы) и 20 *м* (крылья), т. е. 1000 *м*². Наблюдения показывают, что около 30% этой площади не облавливается, т. к. крылья невода закидываются по дуге, а не по прямой линии; у берега крылья сближаются, что также сокращает площадь облова. Кроме того, даже хорошо сконструированным неводом нельзя выловить всю рыбу на данной площади озера, и часть ее остается незаловленной. Исходя из этих соображений, за площадь облова невода мы принимали половину площади квадрата из крыльев и урезов, предполагая, что вся находившаяся на данной площади рыба была заловлена в невод. Таким образом, для малькового невода площадь облова была принята за 500 *м*² ($\frac{20\times50}{2}$), для малого озерного — 1750 *м*² ($\frac{70\times50}{2}$). Результаты количественного учета, представленные в таблице 1, показывают различную ихтиомассу в отдельных участках озера, причем она, как правило, не соответствует величине биомассы кормного бентоса данного района озера.

Таблица 1

Рыбопродуктивность Миккельского озера
(на основании опытных уловов неводом)

Район озера	Количество тоней	Улов на 1 тоню (в *г*)	Ихтиомасса на 1 *м*² (в *г*)	Рыбопродуктивность на *га*	
				экз.	*кг*
Миккельская речка — Коскеноя	45	604,4	1,0	3000	10
Коскеноя-Матчелица	28	1015,8	2,0	7000	20
Матчелица-Сулгуоя	36	614,5	1,2	2000	12
Сулгуоя-Погранoя	1	265	0,5	600	5
Погранoя-Ламбисельгская дорожка	2	762	1,4	1000	14
Ламбисельгская дорожка-Хопуннёкка	3	900	1,8	1000	18
Хопуннёкка-Миккельская речка	5	705,5	1,4	2000	14
Середина озера	41	1501,8	0,85	2500	8,5
Среднее по озеру	161	—	1,2	2460	12

Приведенные данные показывают, что Миккельское озеро в настоящее время имеет относительно малую ихтиомассу, выражающуюся в 12 *кг/га*, или около 8 тонн для всей площади озера.

К другому методу определения рыбной продуктивности мы подошли в результате изучения межвидовых и внутривидовых взаимоотношений рыб в Миккельском озере. Наблюдаемое нами количественное соотношение различных видов рыб в озерах обусловливается целым рядом причин. Это результат сложных взаимоотношений организмов с условиями их жизни, при которых каждый вид стремится создать максимально возможную численность. В условиях Миккельского озера и Крошнозера мы имеем дело с биоценозами, измененными хозяйственной деятельностью человека. В результате многолетнего одностороннего воздействия рыбного промысла на состав рыбного населения этих озер произошли существенные изменения в соотношении численности отдельных видов рыб с резким сокращением количества ценных промысловых рыб — леща и судака. В новом биоценозе в результате совместной жиз-

недеятельности организмов создались иные условия существования для отдельных видов. Эти условия и определили наблюдаемую нами численность рыб в Миккельском озере и его рыбопродуктивность.

Общее количество рыб в озерах определяется в конечном счете количеством корма, имеющегося в данном водоеме. Поэтому понятны попытки определения рыбопродуктивности по кормности водоема (F/B коэффициент Альма). Недостатком такого определения рыбопродуктивности было игнорирование естественных процессов, происходящих в водоеме. В частности, Альм не учитывал того, что запасы пищи используются биоценозом рыб (а не просто „рыбой"), и в зависимости от состава биоценоза количество потребляемой им пищи будет различно.

Потребление биоценозом пищи в водоеме представляет сложную картину. Не все рыбы потребляют одинаковое количество пищи на единицу своего веса, а при равном количестве съеденной пищи могут давать различные приросты своего веса. В различные сезоны года интенсивность питания отдельных видов рыб различна, да и у особей одного и того же вида в каждый сезон года наполнение желудков и кишечников колеблется от 0 до высшей степени наполнения. При нормальных условиях среды, по-видимому, все рыбы обладают избирательной способностью в питании. Хищники, поедая рыбу, изменяют соотношение рыб в биоценозе, и общее потребление биоценозом пищи, численность, рост и питание самих животных бентоса и планктона меняется по сезонам года и стадиям развития и т. п. Все эти сложные процессы определяют наблюдаемое нами соотношение рыб в озере и среднее потребление ими корма на единицу веса тела.

Для правильного суждения о рыбной продуктивности водоема необходимо знать общий запас пищи в нем и среднее разовое потребление пищи биоценозом. В общий запас пищи должны войти только те животные и растения, которые встречаются в пище рыб, т. е. „кормовые, продуктивные" бентос и планктон.

Нами было уделено большое внимание изучению межвидовых взаимоотношений рыб в Миккельском озере. В частности, изучалось относительное потребление корма различными видами рыб в разные сезоны года. Работа по определению питания молоди рыб велась З. И. Филимоновой, по питанию взрослых рыб — В. А. Соколовой.

При учете потребления корма на единицу веса (табл. 2) учитывались как рыбы с хорошо наполненными желудками, так и со слабо наполненными и совершенно пустыми желудками. Подсчитывался общий вес всех исследованных в разные сезоны года рыб и вес обнаруженной в них пищи. Затем путем деления общего веса пищи на вес исследованной рыбы определялось среднее разовое потребление пищи различными видами рыб в течение года. Его мы принимали за минимальное суточное потребление (в течение всего года).

Таблица 2

Наблюдаемое (разовое) потребление пищи различными видами рыб на 1 *кг* веса тела

Вид рыбы	Потребление бентоса (в *г*)	В том числе тендипедид (в *г*)	Потребление зоопланктона сеголетками рыб (в *г*)
Лещ	2,5	1,1	6,4
Плотва	5,3	0,7	8,6
Окунь	9,2	1,5	15,3
Ерш	14,1	7,4	14,5

Необходимо отметить, что при определении потребления пищи на 1 *кг* веса тела взрослых рыб мы не брали в расчет детрит, который встречается в больших количествах в пище леща и плотвы, а также зоопланктон, потребляемый как молодью, так частично и взрослыми рыбами (окунем, плотвой).

Из бентосоядных рыб Миккельского озера наибольшее относительное потребление бентоса наблюдается у ерша. На один килограмм своего веса он потребляет этого корма почти в 6 раз больше, чем лещ, а количество поедаемых им тендипедид в 7 раз больше, чем у леща. Огромные количества бентоса истребляет окунь. Даже плотва, которую обычно считают растительноядной рыбой, наряду с растительной пищей потребляет на единицу своего веса в два раза больше бентоса, чем лещ. Характерно, что при относительно большом потреблении корма на единицу своего веса ерш, окунь и плотва имеют чрезвычайно замедленный темп роста.

Из хищных рыб Миккельского озера высоким относительным потреблением пищи отличается щука: на 1 *кг* своего веса она потребляет в среднем 20 *г* рыбы (разовое потребление).

Расчислив потребление пищи на 1 *кг* веса различных рыб, мы можем перейти к обсуждению вопроса о потреблении корма сообществом рыб, биоценозом. Для правильного суждения об этом необходимо знать процентное соотношение различных видов рыб в составе ихтиофауны Миккельского озера. Наши опытные ловы, проводившиеся во все периоды года различными орудиями лова (невод, сети, крючки) и охватившие все участки озера, должны более или менее правильно отображать соотношение различных видов рыб в водоеме (табл. 3). Общий улов при этом будет представлять собою, если можно так сказать, среднюю пробу ихтиофауны озера. Такая средняя проба по своему качественному составу будет близка к составу ихтиофауны озера, поэтому мы будем рассматривать ее как биоценоз в малом масштабе и пользоваться ею в дальнейшем при суждении о рыбопродуктивности озера.

Таблица 3

Породный состав опытных уловов в Миккельском озере (1953 г.)

Вид рыбы	Численность		Вес	
	количество экземпляров	%	в *г*	в %
Лещ	2560	6,4	143121	34,7
Окунь	22763	57,1	96761	23,5
Плотва	6091	15,3	67613	16,4
Щука	217	0,5	79482	19,3
Ерш	8061	20,2	19536	4,7
Налим	3	0,007	4460	1,1
Уклея	156	0,3	811	0,1
Судак	7	0,01	17	—
Ряпушка	1	0,002	13	—
Всего рыб	39859		411814	

Судя по нашей средней пробе, представленной в таблице 3, малоценные рыбы в Миккельском озере составляют 93% его ихтиофауны (по численности).

Для определения рыбопродуктивности вторым методом подсчитываем в нашей средней пробе вес бентосоядных рыб и определяем количество бентоса, соответствующее этому весу (табл. 4).

Таблица 4

Весовые соотношения рыбьего мяса и бентоса
(Миккельское озеро, 1953 г.)

Вид рыбы	Весовые соотношения рыб в опытном улове (в *кг*)	Количество бентоса, потребляемое на 1 *кг* веса рыбы (в *г*)	В т. ч. количество тендипедид, потребляемое на 1 *кг* веса рыбы (в *г*)	Соотношение потребления бентоса		Соотношение потребления тендипедид	
				в *г*	в %	в *г*	в %
Лещ	143,1	2,5	1,1	358	19	157,4	32
Ерш	19,5	14,1	7,4	275	15	144,3	29
Окунь	96,8	9,2	1,7	891	47	145,2	30
Плотва	67,6	5,3	0,7	358	19	47,3	9
Вся проба	327			1882		494	

Данные таблицы 4 наглядно показывают относительное поедание кормов различными видами рыб: 19% кормового бентоса поедает лещ, а 81% — ерш, окунь и плотва. Основной лещовый корм, тендипедиды, на 68% поедается малоценными рыбами.

Потребляя относительно большое количество бентоса, малоценные рыбы дают значительно меньшие, чем лещ, весовые приросты и тем самым сильно понижают общую рыбопродуктивность Миккельского озера.

По определению И. Ф. Правдина (1954), „под рыбной продуктивностью водоема . . . надо понимать численность (запасы) общего рыбного стада (промысловых и непромысловых рыб) в нем; под промысловой продуктивностью . . . подразумеваются запасы промысловых рыб; под промысловой продукцией — количество вылавливаемой или могущей быть выловленной рыбы . . . “.

Проведем ориентировочные расчеты рыбной продуктивности Миккельского озера, исходя из кормовых ресурсов бентоса. При средней биомассе продуктивного бентоса 18,7 *кг/га* (за год) и площади Миккельского озера в 660 *га* кормовые ресурсы бентоса определяются в 12,34 тонны. Есть основание полагать, что бо́льшая часть их используется рыбами.

Из таблицы 4 видно, что „средней пробе“ бентосоядных рыб в 327 *кг* соответствует разовое потребление бентоса в 1882 *г* и годовое — в 678 *кг* (1882 *г* × 365)[1]. Расчисляем, какому количеству рыбного мяса будут соответствовать все кормовые ресурсы бентоса Миккельского озера, т. е. 12 342 *кг*:

327 *кг* рыбы соответствуют 678 *кг* бентоса
X „ „ „ 12 342 „ „

отсюда $X = \frac{327 \times 12\,342}{678} = 5953$ *кг*.

[1] Автором не учитывается значительное снижение питания рыб, особенно леща, плотвы и уклеи в зимние месяцы (прим. ред.).

Запасы бентосоядных рыб в Миккельском озере исчисляются в 5953 *кг*. Расчисляем запасы хищных рыб. В нашей средней пробе (табл. 4) бентосоядные рыбы составляют по весу 79%, а хищные — 21%, если 79% равны 5953 *кг*, то 21% соответствует 1581 *кг*. Следовательно, общая рыбопродуктивность Миккельского озера выразится в 7412 *кг*, или 11,4 *кг/га*. Как видим, цифры рыбопродуктивности, полученные двумя предлагаемыми нами различными методами, почти совпадают (12 *кг/га* и 11,4 *кг/га*) и определяют ее в 11—12 *кг/га*.

Рыбопродуктивность водоема не является величиной постоянной и изменяется в зависимости от изменения кормности водоема и от состава его ихтиофауны. Кормность водоема, т. е. количество в нем органического вещества в виде бактерий, растений и беспозвоночных животных, определяется природными свойствами водоема, способностью его удовлетворять определенным требованиям бионтов в их сообществах. Как состав рыбного населения, так и кормность, а следовательно, и продуктивность водоемов могут быть изменены хозяйственной деятельностью человека. Рационально поставленным промыслом можно воздействовать на состав ихтиофауны с тем, чтобы оставить в водоеме те виды рыб, которые способны возможно полнее и выгоднее использовать его кормовые ресурсы. Наряду с этим встанут и вопросы увеличения кормности водоемов, а в связи с этим и еще большего увеличения их рыбопродуктивности.

Оставляя в стороне последний вопрос, остановимся на возможном изменении рыбопродуктивности озера путем воздействия на состав его ихтиофауны. Понятно, что при изменении состава ихтиофауны в водоеме нарушатся старые и создадутся новые зависимости и связи, что не может не сказаться на кормности водоема и на других его качествах. Предположим, что весь кормовой бентос Миккельского озера используется лещом (количество малоценных рыб доведено до минимума). Какую рыбопродуктивность имело бы озеро в этом случае?

Наблюдаемое у леща годовое потребление бентоса на 1 *кг* веса тела выражается в 0,9 *кг*. Если 0,9 *кг* бентоса соответствует 1 *кг* лещового мяса, то 12 342 *кг* (вся биомасса кормового бентоса) будет соответствовать 13 713 *кг*, т. е. рыбопродуктивность Миккельского озера в данном случае выразилась бы в 21 *кг/га*.

С другой стороны, при использовании кормов только ершом рыбопродуктивность его составила бы всего 2,4 *кг/га* и т. д.

Учитывая, что Миккельское озеро может и должно служить питомником для молоди леща, и что годовики леща достигают веса 1 *г*, можно полагать, что это озеро ежегодно могло бы давать свыше 10 *млн.* леща на жизнестойкой стадии.

Все наши рассуждения пока могут иметь место только в тех случаях, когда, во-первых, правильно определена биомасса бентоса и интенсивность питания рыб, и, во-вторых, если гидрологические условия озер, в частности кислородный режим, не будут лимитировать данную численность рыб.

На наш взгляд, в системе Миккельское и Крошнозеро мы имеем редкий для Карелии пример водоемов, пригодных именно для леща. Одно из этих озер — Миккельское озеро имеет все качества естественного инкубатора и питомника для молоди леща, другое (Крошнозеро)— высококормное пастбище для взрослого леща. Кормовые ресурсы Миккельского озера (12,3 *т*) для молоди леща, несомненно, соответствуют кормовым ресурсам для взрослого леща в Крошнозере (и в Шотозере) при использовании их только лещом. К каждому из этих озер необходимо подходить с точки зрения его значения для восстановления запасов

леща и в соответствии с этим строить промысел. Миккельское озеро определяет численность лещового стада, поэтому промысла леща в нем не должно быть. Крошнозеро, наоборот, не влияя на увеличение численности лещового стада, дает его основные весовые приросты, т. е. определяет рыбопродуктивность этих двух озер.

Путем качественного улучшения состава ихтиофауны и рационально поставленного рыбного промысла рыбная продуктивность названных озер может быть значительно повышена.

ЛИТЕРАТУРА

Карзинкин Г. С. 1952. Основы биологической продуктивности водоемов Пищепромиздат.

Никольский Г. В. 1949. О закономерностях внутривидовых пищевых отношений рыб. Бюлл. моск. общ. испыт. прир., т. IV, в. 1.

Правдин И. Ф. 1954. Проблема повышения рыбной продуктивности внутренних водоемов Карело-Финской ССР. Материалы совещания по проблеме повыш. рыбн. прод. внутр. водоемов КФССР. Госиздат КФССР.

Соколова В. А. 1956. Кормовые ресурсы бентоса для рыб Миккельского озера и Крошнозера. Труды Карельского филиала АН СССР, в. 2. Госиздат КАССР.

Филимонова З. И. 1956. Зоопланктон Миккельского озера и Крошнозера и его значение в питании рыб. Труды Карельского филиала АН СССР, в. 2. Госиздат КАССР.