

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА

Г. С. КАРЗИНКИН

Выполнение перспективных планов развития рыболовства ставит перед рыбохозяйственной наукой большие задачи, связанные с выяснением закономерностей поведения, перемещения, образования скопленных рыб и разработкой методики прогноза и управления этими явлениями. Большие задачи стоят перед воспроизводством запасов туводных, полупроходных и проходных рыб. В комплексе научных исследований значительное место принадлежит физиологии рыб.

Подведение итогов исследований в этой области и определение перспективных задач имеет большое значение для решения ряда рыбохозяйственных проблем.

Итоги физиологических исследований, впервые подведенные на Всесоюзном совещании по физиологии рыб в 1956 г., свидетельствуют о том, что эти исследования всегда осуществлялись в тесной связи с запросами рыбного хозяйства. Установив определенные успехи в развитии этой науки, совещание выявило и значительное отставание некоторых разделов физиологии рыб от запросов и интересов практики.

В развитии физиологии рыб можно наметить два этапа. Первый из них охватывает девяностые годы прошлого столетия и первое десятилетие настоящего века.

Основное направление исследований на этом этапе определялось работами школы К. Цунца [105, 106, 108—113, 120, 121], тесно связанными с проблемой интенсификации прудовых хозяйств за счет кормления рыбы и удобрения водоемов.

Начало второго этапа физиологических исследований приходится на тридцатые годы текущего столетия. Следует указать на работы школы проф. С. Н. Скадовского [1, 13, 14, 30, 33—37, 60, 61, 65, 77, 78, 81, 82, 85—87], ученики которого в эти годы переходят от изучения обмена веществ у беспозвоночных животных к изучению его у рыб. В этих работах внимание главным образом уделяется зависимости газообмена и других элементов обмена от ряда внешних факторов, в частности от рН и солености среды. Изучают также кровь рыб и влияние на нее внешних и внутренних факторов. Объектами исследования были проходные (осетровые, сельдевые) и туводные рыбы, в том числе карп.

В это же время на гидробиологической станции на Глубоком озере, а затем на лимнологической станции в Косино начали изучать физиологию питания прудовых и озерных рыб [39—42, 103]. Это направление исследований исходило из положения, что изучение физиологии рыб является не целью, а средством познания продуктивности водоемов.

На Глубокоозерской станции занимались также изучением дыхания рыб [4].

Наряду с работами, проводившимися с пресноводными рыбами, во ВНИРО по сходной тематике, но уже с морскими рыбами работали А. Ф. Карпевич и Е. Н. Бокова [11, 46, 47].

В тридцатых же годах в системе ВНИОРХа была создана лаборатория физиологии рыб, которую возглавил В. А. Павлов. Тематика этой лаборатории была связана главным образом с работами по акклиматизации и, естественно, большее внимание уделялось изучению физиологии крови и газообмену у рыб [62—64, 70—73]. В изучение некоторых вопросов физиологии рыб включились также биологи ЛГУ [19—21, 89].

В эти же годы начали читать курс лекций по физиологии рыб в Московском техническом институте рыбной промышленности и хозяйства, где была создана специальная кафедра, которой впоследствии руководил Н. В. Пучков [76]. Начал проводить работы в области физиологии и ВНИПРХ [31, 58]. В 1936 г. по инициативе кафедры гидробиологии МГУ была созвана конференция по вопросам экологии и физиологии рыб и водных беспозвоночных, на которой были сделаны интересные сообщения, касающиеся обмена веществ, питания рыб, вопросов, связанных с созреванием половых продуктов и т. д. К сожалению, труды совещания не были опубликованы.

Как видно из сказанного, исследования физиологии рыб развивались главным образом по пути изучения различных сторон обмена веществ. Это объясняется тем, что исследования проводились, в первую очередь, в интересах рыбоводства.

Попыткой ликвидировать тот большой разрыв, который существовал между учетом кормовой базы и ее связью с рыбным населением, явились работы А. Ф. Карпевич и Е. Н. Боковой [11, 46, 47], ряд работ Г. С. Карзинкина [39—42], Е. А. Яблонской [103] и некоторые другие.

Двадцать лет тому назад нам приходилось отмечать [40], что «при современном знании физиологии питания рыб... существует значительный разрыв между тем, что может дать гидробиология хозяйственнику, и тем, что она фактически дает. Погоня гидробиологов за наиболее точными орудиями лова, погоня за более реальными данными количественного и весового учета живого (нерыбного) населения водоемов является погоней за величинами, которые для рыбохозяйственников представляют ту же или немногим большую ценность, чем цифровой материал, полученный при использовании примитивных орудий лова». Связать величины биомассы живого нерыбного населения с показателями ихтиомассы мы не можем. И мы отмечали, что надо заниматься не упрощением гидробиологической методики, а изучением физиологии питания рыб в широком смысле этого слова.

Мы искали «мост» от кормовой базы к рыбной продукции, т. е. работали над проблемой расширения воспроизводства.

До настоящего времени исследования обмена веществ у рыб углублялись и расширялись, и в их сферу включались не только пресноводные, но и проходные, и морские рыбы. Вопросам же изучения поведения рыб, их высшей нервной деятельности уделялось все время очень мало внимания. В этом отношении характерно, что на совещании по поведению и разведке рыб [90] в 1953 г. не было представлено ни одного доклада по физиологии их поведения.

В публикуемых трудах достижения и перспективы развития исследований по физиологии рыб рассматриваются в свете основных задач, стоящих перед рыбным хозяйством нашей страны.

Основной ряд других научных рыбохозяйственных проблем является, в известной мере, проблема биологической продуктивности.

Понимая ее как проблему расширенного воспроизводства биопродуктов, мы должны при ее решении обязательно изучать существующие

в водоеме связи, ведущие от низших звеньев производственного процесса к воспроизводству конечного продукта, т. е. рыбы [43].

В настоящий сборник включен ряд работ, отражающих тесную связь рыб с окружающей их средой: в некоторых работах И. Ф. Вельтищевой показано, как путем воздействия на факторы среды достигается повышение продуктивности водоемов; И. П. Чистякова описывает влияние газового режима на ряд сторон жизнедеятельности рыб и т. д.; А. П. Иванов устанавливает влияние полноценного кормления на выход рыбной продукции.

Получаемая из водоемов продукция характеризуется числом особей, их весом и присущими им биохимическими показателями. Для нас важно не только количество, но и качество образующегося продукта [43]. По существу проблему продуктивности нельзя решать без знания физиологии других животных и растений, участвующих в создании биопродукта. Ведущая роль в проблеме биологической продуктивности водоемов принадлежит связи воспроизводимого продукта с кормовой базой, которая неодинакова в различных водоемах, в разные моменты жизни рыб и в различные сезоны.

Кормовая база является источником построения всей «химии» биопродукта: его белков, жиров и углеводов. В этом процессе, ведущем к образованию органического вещества, специфичного для данного вида, складываются пищевые отношения хищника и жертвы, оставляющие неизбежный отпечаток на их морфологических признаках. На этой почве вырабатываются, например, формы пищевых связей, не наблюдающиеся или слабо выраженные у наземных животных,—осмотическое питание.

В свете мичуринского учения о единстве среды и организма и благодаря использованию методики «меченых» атомов вновь воскресает теория осмотического питания водных организмов, но роль его оценивается уже иначе.

Благодаря применению радиоактивных изотопов выявилась возможность более глубокого понимания физиологической значимости тех или иных растворенных в воде веществ. Этому вопросу посвящены работы И. Ф. Вельтищевой по использованию рыбами C^{14} бикарбоната и И. В. Смеловой по использованию растворимой серы. На проникновение веществ из раствора в тело рыбы основывается методика мечения молоди осетровых Ca^{45} , излагаемая М. П. Богоявленской.

В настоящее время доказана возможность проникновения ионов кальция и фосфора не только через жабры, но и через кожу рыб. Как показали опыты И. А. Шехановой и М. П. Богоявленской [9—10, 94—96], фосфор проникает из раствора в меньшей степени, чем кальций; потребность в кальции путем всасывания его из воды может покрываться на 90%, а потребность в фосфоре — только на 2—3%.

Доказано, что минеральный фосфор очень быстро переходит в органический. При этом у молоди рыб от одних и тех же производителей наблюдается разная интенсивность фосфорного обмена. Отсюда возникла идея о возможности по фосфорному обмену дифференцировать рыб на быстро и медленно растущих для отбраковки последних как малопродуктивных. Частью этой работы является статья И. А. Шехановой.

Ряд проведенных работ свидетельствует о необходимости более пристального внимания к ионному соотношению солей и подчеркивает роль антагонизма ионов в воспроизводстве рыб. Соотношение Mg/Ca вне зависимости от пищевого фактора может определять весовой выход продукции. Можно рекомендовать рыбводам отдельно анализировать кальциевую и магниевую жесткость воды и поддерживать оптимальное соотношение магния и кальция 1:4. Данные по росту

молоди осетра при высокой концентрации кальция (150 мг/л) и различном соотношении магния и кальция приведены в таблице.

Показатели	Соотношение магния и кальция	
	1 : 11,1	1 : 3,7
Вес рыбы в мг		
начальный	974	800
конечный	1488	1859
Продолжительность опыта в сут-ках	32	28
Общий прирост		
в мг	514	1054
в % от исходного веса . . .	52,8	131,8

Новые интересные данные получены в результате изучения влияния на рыб растворенной углекислоты. Опыты И. Ф. Вельтищевой показали, что меченый углерод соды ($\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$) проникает из раствора в тело рыбы, принимает участие в синтезе гликогена печени и мышц, входит в состав белков, а затем и жиров. Так на рыбах подтверждается положение, установленное на ряде сапрофитов и наземных позвоночных. Речь идет об ограниченности нашего представления о том, что перевод минеральных форм углерода в органические соединения протекает только за счет деятельности автотрофных растений [53, 80, 104, 107, 114, 115, 117—119]. Следовательно, наряду с отрицательным влиянием CO_2 на организм рыбы имеются и положительные стороны этого воздействия.

Однако из этих примеров нельзя сделать вывода о том, что все вещества проникают в тело рыбы одинаково легко. Этому вопросу посвящена публикуемая в настоящем сборнике работа И. В. Смеловой, установившей, что плохо проникает в рыбу из раствора сера сульфидов и особенно сульфатов. Проникнув в рыбу, минеральная сера переходит в серу аминокислоты цистина [84]. Интересно, что растворенные цистин и метионин могут весьма интенсивно всасываться и проникать в тело рыбы. Это, видимо, делает возможным осмотическое питание водных организмов. При этом сера метионина в организме переходит в серу цистина, но обратного явления не наблюдается. Иначе говоря, доказано, что метионин для рыб так же, как и для высших позвоночных животных, является незаменимой аминокислотой.

Таковы первые результаты оценки физиологической значимости для рыб тех или иных гидрохимических показателей, полученные при работе с использованием радиоизотопов. Работы в этой области несомненно надо продолжать, так как они облегчат возможность направленного воздействия на солевой состав водоемов в целях повышения их продуктивности.

Обмен веществ у рыб находится в тесной связи с газовым и температурным режимом водоема. Закономерностям газового обмена в зависимости от ряда факторов посвящена сводная работа Г. Г. Винберга, освещающая, в основном, проблему энергетического обмена у рыб. Однако, несмотря на наличие этой сводки, исследователи не освобождаются от необходимости изучения газового обмена у конкретных видов в определенных условиях.

Пользуясь условно-рефлекторной методикой И. П. Павлова, физиологи доказали способность рыб к выбору пищи. Некоторые виды рыб

могут отличать весьма малые дозы сладкого, которые человек не воспринимает, и, наоборот, у них слабо развито чувство горького. Сигнальное значение для пищевого рефлекса может иметь запах объекта, его цвет, форма и даже соотношение размеров и т. д. У различных видов рыб устанавливаются различные связи; у одних через зрительные рецепторы, у других, в основном, через обоняние и т. д. [18, 22, 38, 54, 69, 74, 75]. Несомненно, однако, то, что рыбы способны дифференцировать пищу.

Найдены пути, позволяющие с большей или меньшей приближенностью устанавливать количество пищи, потребляемой рыбами [43]. Проведены работы по определению содержания питательных веществ в кормовых организмах планктона и бентоса [5, 12, 17, 32, 42, 56, 103].

Специальные физиологические опыты по изучению перевариваемости рыбами кормовых организмов позволили включить в оценку кормовой базы, помимо числа и веса организмов, содержание в них питательных веществ и энергии.

В итоге оказалось возможным сравнивать по кормовой ценности водоемы, до этого трудно сопоставимые [103].

Применение в ряде работ так называемых балансовых опытов по азоту позволило не только установить величину потребления корма, но и подойти к выяснению продуктивного его действия, т. е. определить, из скольких единиц съеденной пищи продуцируется единица прироста органических веществ тела рыбы. Изучение хода этого процесса в тех или иных условиях водоема, в различные сезоны, на разных этапах развития и т. д. с учетом количественных показателей накопления органического вещества и качественных его изменений (особенно изменений белков и жиров) подводит нас к решению важнейшего вопроса проблемы продуктивности — вскрытию закономерностей воспроизводства пищевого продукта.

При решении этой проблемы особое внимание должно быть уделено изучению изменения обмена веществ у рыб и продуктивности водоемов под влиянием хозяйственной деятельности человека и влияния на рыб сточных вод и особенно сбрасываемых в воду радиоактивных «осколочных» продуктов.

Направленное воздействие на процесс воспроизводства может иметь успех лишь в том случае, если оно будет базироваться на знании требований, предъявляемых к среде конечным биологическим продуктом.

Изучение ряда сторон обмена веществ у рыб тесно связано также с проблемой динамики численности, которая, по нашему мнению, не может рассматриваться вне предыдущей проблемы.

При изучении видовой специфики динамики стада приходится сталкиваться с явлением изменения темпа роста и сроков наступления половой зрелости у рыб. При этом в одних водоемах замедление роста сопровождается замедлением полового созревания, в других не сопровождается [43, 52]. Это явление рассматривается как адаптивное [15, 43, 52, 59]. Это, несомненно, так, но от этого механизм явления не становится понятнее. Физиологи могут и должны вскрыть его, так как изменения в темпе роста и половом созревании являются результатом физиологических сдвигов в организме, которые могут быть учтены с помощью физиологических методов исследования. В ряде случаев (например, у каспийского лосося) образование карликовых форм не связано с кормовой базой, характером питания молоди. Как свидетельствуют работы И. Н. Петренко и А. А. Карасиковой, карликовые формы, по-видимому, могут образовываться здесь за счет изменения обмена веществ (в первую очередь, белкового и жирового) у производителей при нарушении нормальных условий их выдерживания.

В проблеме динамики численности рыб несомненный интерес представляет вопрос созревания половых продуктов и плодовитость рыб. В этой области физиологи начали работы сравнительно недавно. Изучали азовскую хамсу, мелкую и крупную ставриду, балтийскую салаку и некоторые другие рыбы [50, 67, 99, 102]. При этом ряд ихтиологов подошел к решению этого вопроса, применив в своих исследованиях физиологические методики [2, 48, 97, 99].

В настоящее время чаще всего ищут прямую связь между жирностью рыб в IV стадии зрелости половых продуктов и их плодовитостью. Мы придерживаемся несколько иного мнения, считая, что в констатации корреляции явлений не вскрывается еще их причинная зависимость. По нашему мнению, одновозрастная салака южной Балтики с большим темпом роста и меньшей жирностью относительно и абсолютно более плодовита, чем жирная салака Рижского залива или Северной Балтики. В этих исследованиях нельзя ограничиваться изучением только липидного обмена, необходимо связывать его с белковым обменом. При изучении жирового обмена следует особо выделять группу незаменимых жирных кислот: линолевою, линоленовую и др.

Проблема численности является в то же время проблемой выживания и смертности рыб. При этом промысловая численность в значительной мере определяется величиной пополнения, т. е. выживанием непромысловых части стада, зависящим в известной мере от жизнестойкости молоди.

Изучение жизнестойкости — один из важнейших вопросов, которым должна заниматься физиология в рассматриваемой проблеме. При этом работы следует проводить как с производителями (оценивая качество половых продуктов), так и с личинками и молодь рыб.

Изучать необходимо те требования, которые развивающийся организм предъявляет к среде на всех этапах своего развития. Особое место здесь занимает вопрос о кормности водоемов, физиологической обеспеченности различных видов рыб пищей, используемой на рост.

В наших южных морях проблема численности в значительной мере решается комплексом рыбоводных мероприятий: работой заводов по воспроизводству проходных рыб и работой нерестово-выростных хозяйств для полупроходных рыб, мелиорацией нерестилищ и проходных путей. Рассмотрим перспективы физиологических работ в этой области.

Наибольшее количество исследований, проведенных физиологами, связано с вопросами, которые выдвигались рыбоводами, — проблемой кормления и оценкой кормов [28, 29, 43, 46] для выращивания товарных рыб и молоди проходных осетровых и лососевых рыб, установлением величины рационов при естественной кормовой базе в прудах [31, 58] и в водоемах нерестово-выростных хозяйств [43]. Изучали связь между ростом молоди и использованием искусственных и естественных кормов [43]. Значительное место занимают работы по установлению связи интенсивности обмена и питания с температурным режимом водоемов и по изучению влияния газового режима на выращиваемых рыб [49], представляющего особый интерес для решения вопроса водообмена и аэрации водоемов. Проведено немало работ по установлению физиологической характеристики производителей проходных рыб и, наконец, разработан весьма ценный прием гипофизарной инъекции, внедренный в практику осетровых заводов [19, 20].

К этому же разделу нужно отнести работы по маркировке молоди осетровых радиоактивными изотопами, проводимые с целью нахождения путей повышения производительной мощности осетровых заводов [7, 45, 94]. Эти работы позволяют рекомендовать снижение стандартной навески выпускаемой молоди. Маркировка рыб стала возможной благодаря знанию обмена веществ у рыб. Результаты работ, выполненных

Г. С. Карзинкиным, Е. В. Солдатовой и И. А. Шехановой, освещены в статье, публикуемой в настоящем сборнике.

Мы уже указывали на тесную связь физиологических исследований с запросами, предъявляемыми работниками рыбной промышленности, в частности рыбоводами. Физиологам в этой области предстоит еще много исследований. Например, в последние годы перевозят много живой рыбы, однако при этом значительно больше перевозят воды, чем рыбы. Представляет интерес применение аденозина — вещества, близкого по своему действию к ларгоктилю [116], снижающему на 60% обмен и допускающему выживание рыбы во влажной атмосфере в течение трех суток.

Несмотря на то что по кормлению прудовых рыб имеется много работ, однако до настоящего времени нет разработанного, физиологически сбалансированного кормового рациона как для сеголетков, так и для годовиков карпа. Проводятся лишь первые работы по изучению аминокислотного состава рыб и их кормов [55, 56, 66, 78]. Как правило, кормовые рационы составляют по весовым отношениям отдельных компонентов, а не по соотношению незаменимых аминокислот, необходимых рыбе. В силу этого наблюдаются неоправданно высокие кормовые коэффициенты.

Физиологам следует поработать над вопросом обогащения неполноценных по аминокислотному составу, но дешевых кормов свободными аминокислотами, т. е. изыскать способы частичной замены белков аминокислотами, которые, например, как отходы, загрязняющие наши водоемы, в массе получают в ряде отраслей промышленности.

Следует отметить весьма плохую изученность у рыб физиологической роли микроэлементов. В то же время можно указать на некоторый успех, полученный от добавления в рацион карпа кобальта. Опытами Л. К. Фроловой [91], часть которых приводится в настоящем сборнике, было показано, что у молоди рыб при добавлении кобальта развивается своеобразная форма кобальтовой полицитемии, улучшается обмен, усиливается рост, повышается сопротивляемость к некоторым заболеваниям и увеличивается жизнестойкость карпа при зимовке. Очень интересные данные, в смысле их перспективности, получены сотрудником ВНИПРХа Р. В. Крымовой, работающей с Ф. М. Суховерховым. Они применяли кобальт при выращивании товарного карпа в прудах черноземной полосы. При этом у подопытных рыб весовой рост повысился в среднем на 16%, а выход продукции увеличился на 27% по сравнению с контролем.

Успех от применения кобальта объясняется тем, что была известна его физиологическая роль. Этим мы подчеркиваем, что прежде чем вводить в рационы те или иные микроэлементы, следует знать их физиологическое действие.

При изучении стимуляторов роста следует обратить самое серьезное внимание на проблему биостимуляторов, которые могут дать несомненный эффект в прудовом хозяйстве.

Заслуживает внимания также вопрос о влиянии антибиотиков и отходов их производства на рост и развитие рыб [23, 28, 29]. Однако при этом следует учитывать, что эффект от применения чистых антибиотиков и отходов их производства может быть различным.

Проблема зимовки рыб является одной из важнейших, и она должна решаться физиологами в тесной связи с биохимиками. По-видимому, права Е. М. Маликова, указывающая, что снижение жирности опасно лишь тогда, когда этим нарушается аминокислотный комплекс (к этому можно добавить и комплекс незаменимых жирных кислот).

Перейдем к последней проблеме — проблеме поиска и разведки рыбы. Несмотря на очень большую значимость, мы вынуждены оста-

новиться на ней весьма кратко, так как объем проведенных физиологических работ в этой области пока еще весьма мал.

Поиск рыб должен проводиться направленно, исходя из знания тех требований, какие предъявляет промысловая рыба того или иного вида, тех или иных возрастных категорий к окружающим ее условиям. Иначе говоря, мы должны изучать поведение рыбы, причем не только отдельных особей, но и стай во время кратковременных перемещений и длительных миграций.

Исследуя поведение рыб, не следует забывать, что их высшую нервную деятельность нельзя изучать в отрыве от общего состояния изучаемых организмов, работы эндокринной системы, уровня и характера обмена веществ, точно так же как обмен веществ нельзя изучать, не учитывая влияния нервной системы.

В настоящее время главным образом московские и ленинградские физиологи, изучающие высшую нервную деятельность [24, 38, 54, 69], проводят работы по установлению общих закономерностей условно-рефлекторной деятельности рыб. В этом направлении особенно широко представлены работы школы проф. Л. Г. Воронина [6, 18, 88, 92, 93]. Под руководством проф. Б. П. Мантейфеля начали изучать поведение рыб сотрудники Института морфологии животных АН СССР [22, 57, 74, 75]. Некоторое развитие эти работы получили в исследованиях ихтиологов ВНИРО Н. Е. Аслановой [3] и С. Г. Зуссер [25—27], выявившей сигнальное значение светового фактора в вертикальной миграции некоторых пелагических рыб.

Интересные данные по миграции азовской хамсы из Азовского моря в Черное и обратно получил Г. Е. Шульман [99—101]. Его данные, так же как и данные М. Н. Кривобока и О. И. Тарковской [51] по балтийской салаке, указывают на явную связь поведения рыб с их физиологическим состоянием, в частности с жирностью. Знание этого позволяет давать более уточненные краткосрочные прогнозы осеннего хода хамсы.

В проблеме поиска и разведки рыб значительный интерес представляет определение локальных стад рыб, которое наиболее точно можно провести с использованием физиологических методов исследования.

Необходимо расширить работы по изучению эндокринной системы рыб. Намечаются связи ее деятельности с миграцией рыб, хотя миграция и не может рассматриваться лишь как результат физиологического состояния эндокринной системы [21].

Мы уже указывали, что для всей проблемы в целом особо важным является изучение закономерностей стайного поведения рыб. В то же время понять их без проведения физиологических работ нельзя. Необходимо изучать участие тех или иных анализаторов в восприятии внешних раздражителей, условия перехода индифферентных факторов внешней среды в раздражитель (это имеет особое значение при изучении поведения рыб по отношению к орудиям лова), вопросы издания звуков рыбами, вскрывать их механизм так же, как и их биологический смысл.

Перечень вопросов, стоящих перед физиологами, можно было бы еще продолжить, но из сказанного видно, какая большая роль в решении важнейших научных и практических рыбохозяйственных задач принадлежит работникам, владеющим физиологическими методами исследований.

Часть поставленных задач, как видно из содержания настоящего сборника, уже решается сотрудниками ВНИРО.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В. Б., Опыт сравнительного изучения крови пресноводных рыб, Ученые записки МГУ, вып. 9, 1937.
2. Анохина Л. Е., О связи плодовитости и жирности салаки (*Clupea harengus membras L.*), ДАН СССР, т. 129, № 6, 1959.
3. Асламова Н. Е., Предварительные данные по изучению реакции рыб на сетное полотно в экспериментальных условиях, Сборник аннотаций к работам ВНИРО 1956 г., № 3, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1958.
4. Безлер Ф. И., К вопросу потребления кислорода личинками леща и карася, Труды лимнологической станции в Косино, вып. 15, изд-во ЦУЕГМСа СССР, 1932.
5. Биргер Т. И., Пищевая ценность для рыб беспозвоночных Днепра и Днепровско-Бугского лимана, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
6. Богомолова Е. М., Саакян С. А., Козаровицкий Л. Б., Подражательные условные рефлексы у рыб, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
7. Богоявленская М. П., Возможность использования Ca^{45} в качестве метки рыб, «Рыбное хозяйство», 1955, № 11.
8. Богоявленская М. П., Изучение кальциевого обмена с целью использования Ca^{45} в качестве метки для рыб, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
9. Богоявленская М. П., Карзинкин Г. С., Некоторые данные по изучению кальциевого обмена при помощи радиоактивного изотопа Ca^{45} , Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
10. Богоявленская М. П., Шеханова И. А., Применение P^{32} и Ca^{45} при изучении некоторых сторон фосфорного и кальциевого обмена у молоди карповых и осетровых рыб, Труды Всесоюзной научно-технической конференции по применению изотопов в народном хозяйстве, АН СССР, 1958.
11. Бокова Е. Н., Потребление и усвоение корма воблой, Труды ВНИРО, т. XI, Пищепромиздат, 1939.
12. Бокова Е. Н., Кормовая ценность бентоса Северного Каспия, Зоологический журнал, 1946, т. XXV, вып. 6.
13. Брюхатова А. Л., Влияние активной кислотности на прибавление веса караса и карпа в воде с малым содержанием солей Са и других электролитов, Ученые записки МГУ, вып. 9, 1937.
14. Брюхатова А. Л., Влияние повышенной солености на рост карпа-годовика, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
15. Васнецов В. В., Рост рыб как адаптация, Бюллетень МОИПа, № 1, 1947.
16. Винберг Г. Г., Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб, изд-во Белгосуниверситета, 1956.
17. Виноградова З. А., К познанию химического состава кормовых организмов рыб Черного моря, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
18. Воронин Л. Г., Материалы к физиологии высшей нервной деятельности рыб, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
19. Гербильский Н. Л., Влияние гонадотропного фактора гипофиза на нерестовое состояние у *Acipenser stellatus*, ДАН СССР, т. XIX, вып. 4, 1938.
20. Гербильский Н. Л., Гонадотропная функция гипофиза у костистых и осетровых, Труды лаборатории основ рыбоводства, т. 1, Ленинград, 1947.
21. Гербильский Н. Л., Вопрос о миграционном импульсе в связи с анализатором у внутривидовых биологических групп, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
22. Гирса И. И., Влияние различной освещенности на доступность кормовых организмов для некоторых рыб, Труды Института морфологии животных АН СССР, 1960.
23. Дорохов С. М., О применении антибиотиков в прудовом рыбоводстве, «Рыбное хозяйство», 1955, № 4.
24. Евсеева Н. Г., О роли зрения в реостатическом рефлексе у рыб, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
25. Зуссер С. Г., Критика применения теории тропизмов в изучении поведения рыб, Журнал общей биологии, 1952, т. XIV, № 2.
26. Зуссер С. Г., Разработка методики изучения в экспериментальных условиях сигнального значения света для рыб, Сборник аннотаций к работам ВНИРО 1956 г., № 3, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1958.
27. Зуссер С. Г., К изучению причин суточных миграций рыб, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
28. Иванов А. П., Влияние различных по биологической ценности протеннов кормов и отходов пенициллинового производства на молодь карпа, Автореферат диссертации, изд-во МГУ, 1960.
29. Иванов А. П., Опыт повышения эффективности искусственных кормов при кормлении молоди карпа, Информационный сборник ВНИРО, 5, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
30. Иванова М. П., Дыхание различных видов рыб Москвы-реки района Звенигорода, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.

31. Ивлев В. С., Энергетический баланс карпов, Зоологический журнал, 1939, т. XVIII, вып. 2.
32. Казаков Е. И. и Пронина М. В., Химический состав различных форм планктона и бентоса, Труды лаборатории генезиса Института сапропелей и горючих ископаемых, АН СССР, вып. 2, 1941.
33. Калашников Г. Н., Состав крови осетровых рыб в связи с обменом на разных стадиях полового цикла, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
34. Калашников Г. Н., Скорость оседания эритроцитов у рыб, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
35. Калашников Г. Н., Влияние активной реакции внешней среды на содержание гемоглобина и число эритроцитов у рыб, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
36. Калашников Г. Н. и Дубова В. А., Содержание сахара в крови осетровых рыб, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
37. Калашников Г. Н. и Скадовский С. Н., Эколого-физиологическое изучение сеярыги в период размножения в естественных и экспериментальных условиях, Зоологический журнал, 1948, т. XXVII, вып. 6.
38. Карамьян А. И., О физиологии и патологии высших отделов центральной нервной системы у рыб, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
39. Карзинкин Г. С., К изучению физиологии пищеварения рыб, Труды лимнологической станции в Косино, вып. 15, Гидрометеиздат, 1932.
40. Карзинкин Г. С., К познанию рыбной продуктивности водоемов, Сообщение 2, «К изучению физиологии питания зеркального карпа», Труды лимнологической станции в Косино, вып. 19, изд-во ЦУЕГМСа СССР, 1935.
41. Карзинкин Г. С., Zur Erkenntnis der Fischproduktivität der Gewässer, Mitteilung III, Zur Physiologie der Fischernährung als eines der Momente in der Erforschung der Produktivität der Binnengewässer, Verh. Intern. für theoret. angew. Limnologie; Bd. VII, t. 2, 1935.
42. Карзинкин Г. С., К познанию рыбной продуктивности водоемов, Сообщение 4, «Продолжительность прохождения пищи и усвоение ее мальками *Esox lucius* L.», Труды лимнологической станции в Косино, вып. 20, изд-во ЦУЕГМСа СССР, 1935.
43. Карзинкин Г. С., Основы биологической продуктивности водоемов, Пищепромиздат, 1952.
44. Карзинкин Г. С., Физиология рыб и ее задачи в рыбном хозяйстве, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
45. Карзинкин Г. С., Солдатов Е. В., Шеханова И. А., Некоторые результаты массового мечения радиоактивным фосфором «нестандартной» молодежи осетра, Сборник «Миграции животных», вып. 1, АН СССР, 1959.
46. Карпевич А. Ф., Темпы переваривания у рыб, «Рыбное хозяйство», 1934, № 5.
47. Карпевич А. Ф. и Бокова Е. Н., Темпы переваривания у морских рыб, ч. 1, Зоологический журнал, 1936, т. XV, вып. 1; ч. 2, Зоологический журнал, 1937, т. XVI, вып. 1.
48. Константинова Н. А., Динамика основных биологических показателей леща северной части Азовского моря, «Вопросы ихтиологии», вып. 10, 1958.
49. Коржув П. А., Кислородный порог мальков осетровых рыб, Известия АН СССР, отдел биологических наук, 2, 1941.
50. Кривобок М. Н. и Тарковская О. И., Связь между созреванием половых продуктов салаки и количеством жира в ее теле, Труды Латвийского отделения ВНИРО, т. 2, Рига, 1957.
51. Кривобок М. Н. и Тарковская О. И., Определение сроков нерестовых миграций салаки на основании изучения ее жирового обмена, Труды ВНИРО, т. XLII, Пищепромиздат, 1960.
52. Лалин Ю. Е. и Юровитский Ю. Г., О внутривидовых закономерностях созревания и динамике плодовитости у рыб, Журнал общей биологии, 1959, т. XX, № 6.
53. Лебедев А. Ф., Об ассимиляции углерода сапрофитами, Известия Донского Университета, кн. I, 1921.
54. Лобашев М. Е., Изучение приспособления животных методом условных рефлексов, Журнал общей биологии, 1955, т. XVI, № 2.
55. Маликова Е. М., Биохимическая оценка молодежи лосося при переходе в состояние, близкое к покатуному при задержке серебрянок в пресной воде, Труды Латвийского отделения ВНИРО, т. II, Рига, 1957.
56. Маликова Е. М., Биохимический состав крови беспозвоночных, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
57. Мантейфель Б. П., Вертикальные миграции морских организмов, Вертикальные миграции кормового зоопланктона, Труды Института морфологии животных, АН СССР, вып. 13, 1960.
58. Мейен В. А., Карзинкин Г. С., Ивлев В. С., Липин А. Н., Шеина М. П., Использование двухлетним карпом естественных кормовых запасов пруда, Зоологический журнал, 1937, т. XVI, вып. 2.
59. Никольский Г. В., О биологическом обосновании контингента вылова и путях управления численностью стада рыб, Зоологический журнал, 1950, т. 29, вып. 1.

60. Новикова Т. В., Влияние рН среды на дыхание карпа и окуня, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
61. Олифан В. И., Суточная ритмичность дыхания личинок рыб, ДАН СССР, т. 29, 1940.
62. Павлов В. А., Исследования по физиологии крови рыб, II, О содержании сахара в крови пресноводных рыб, Труды Бородинской биологической станции, т. IX, вып. 1, изд. Карело-Финского гос. ун-та, 1936.
63. Павлов В. А., Материалы по физиологии крови промысловых рыб, Сравнительно-физиологическая характеристика крови (гемоглобин, сахар) рыб оз. Ильмень и Ладожского озера, Известия ВНИОРХа, т. XXI, Пищепромиздат, 1939.
64. Павлов В. А., Дыхательные свойства крови некоторых пресноводных рыб и их экологическое значение, Известия ВНИОРХа, т. XXIII, вып. 2, Пищепромиздат, 1940.
65. Пажитков А. Т., Окислительно-восстановительный потенциал крови рыб, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
66. Петренко И. Н. и Карасикова А. А., Аминокислотный состав белков сегментов карпа и кормов, «Рыбное хозяйство», 1957, № 10.
67. Петренко И. Н. и Карасикова А. А., Аминокислотный состав белков в процессе созревания половых продуктов у салаки Рижского залива, ДАН СССР, т. 122, вып. 6, 1958.
68. Петренко И. Н. и Карасикова А. А., Возможность использования показателей аминокислотного комплекса салаки при составлении краткосрочных прогнозов ее уловов, Труды ВНИРО, т. XLII, Пищепромиздат, 1960.
69. Праздников Н. В., Некоторые данные по изучению высшей нервной деятельности у рыб методом пищевых, двигательных рефлексов, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
70. Привольнев Т. И., Рост и дыхание эмбрионов лосося, Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, т. XVIII, № 2, изд. ЛГУ, 1938.
71. Привольнев Т. И., Дыхание икры весеннерестующих рыб и его значение в разработке методики рыборазведения, Известия ВНИОРХа, т. XXI, Пищепромиздат, 1939.
72. Привольнев Т. И., Влияние парциального давления кислорода на дыхание эмбрионов рыб, Известия ВНИОРХа, т. XXIII, вып. 2, Пищепромиздат, 1940.
73. Привольнев Т. И., Изменение дыхания в онтогенезе рыб при различном парциальном давлении кислорода, Известия ВНИОРХа, т. 25, вып. 1, Пищепромиздат, 1947.
74. Протасов В. Р., Электрофизиологическое изучение зрения у рыб, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
75. Протасов В. Р. и Голубцов В. Д., Некоторые физиологические особенности глаза трески, Труды Института морфологии животных, вып. 13, АН СССР, 1960.
76. Пучков Н. В., Физиология рыб, Пищепромиздат, 1941.
77. Рик А. Ф., Осмотическое давление крови осетровых в период миграции, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
78. Сарвачев К. Ф., Азотсодержащие вещества мышц однолетнего карпа во время зимовки, «Биохимия», т. 24, вып. 2, 1959.
79. Свиренко Е. Г., Поглощение кислорода стерлядь в зависимости от изменения физико-химических факторов внешней среды, Ученые записки МГУ, вып. 9, 1937.
80. Сисакян Н. М., Биохимия обмена веществ, АН СССР, 1954.
81. Скадовский С. Н., Влияние некоторых физико-химических факторов на газообмен у рыб, «Рыбное хозяйство», 1923, № 2.
82. Скадовский С. Н., Некоторые вопросы современной гидрофизиологии, Ученые записки МГУ, вып. 8, 1936.
83. Скадовский С. Н., Экологическая физиология водных организмов, «Советская наука», 1955.
84. Смелова И. В., Использование минеральной серы на построение серосодержащих аминокислот у рыб, Информационный сборник ВНИРО, № 5, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
85. Строганов Н. С., Действие температуры на соотношение процессов газообмена у окуней, Физиологический журнал, т. XXVI, вып. 1, 1939.
86. Строганов Н. С., Резистентность икры волжской сельди (*Caspialosa volgensis*) к некоторым факторам внешней среды, Ученые записки МГУ, вып. 33, 1939.
87. Строганов Н. С. и Пажитков А. Т., Действие сточных промышленных вод на водные организмы, Ученые записки МГУ, вып. 60, 1941.
88. Таллев Д. Н., Сложные двигательные условные рефлексы на цепь раздражителей у рыб, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
89. Трифонова А. П. и Коновалов П. М., Влияние повышенного парциального давления кислорода (при различных температурах и при различных концентрациях водородных ионов) на развитие и дыхание икры окуня и ерша, Ученые записки МГУ, № 15, 1937.
90. Труды совещания по вопросам поведения и разведки рыб, АН СССР, 1955.

91. Фролова Л. К., Некоторые вопросы влияния неорганического кобальта на рост и обмен веществ молоди карпа, Информационный сборник. ВНИРО, № 5, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
92. Холодов Ю. А., Образование условных рефлексов на магнитное поле у рыб, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
93. Чумак В. И., Условные рефлексы у рыб на отношение раздражителей, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
94. Шеханова И. А., Применение P^{32} для мечения молоди осетровых рыб, «Рыбное хозяйство», 1955, № 11.
95. Шеханова И. А., О возможности усвоения рыбами неорганического фосфора из воды, ДАН СССР, т. 106, № 1, 1956.
96. Шеханова И. А., Изучение фосфорного обмена у молоди карповых и осетровых рыб с применением радиоактивного фосфора, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
97. Шубников Д. А., О применении данных анализов жирности и крови рыб в промысловой разведке атлантическо-скандинавской сельди в летний период, «Рыбное хозяйство», 1959, № 3.
98. Шубников Д. А., Динамика некоторых биологических показателей атлантическо-скандинавской сельди в летний период, Труды совещания по биологическим основам океанического рыболовства, АН СССР, 1960.
99. Шульман Г. Е., Особенности химического состава азовской хамсы в период весенней и зимовальной миграции в 1954 г., «Рыбное хозяйство», 1956, № 12.
100. Шульман Г. Е., Характеристика обмена веществ азовской хамсы в 1955 г., Аннотации к работам ВНИРО, сб. 4, изд. журнала «Рыбное хозяйство», 1957.
101. Шульман Г. Е., Изучение динамики химического состава азовской хамсы в связи с преднерестовыми, нерестовыми и предмиграционными периодами годового цикла, Автореферат диссертации, изд-во МГУ, 1959.
102. Шульман Г. Е., Материалы к характеристике обмена веществ у азовской хамсы, Труды совещания по физиологии рыб, АН СССР, 1958.
103. Яблонская Е. А., К познанию рыбной продуктивности водоемов, Сообщение 5, «Усвоение естественных кормов зеркальным карпом и оценка с этой точки зрения кормности водоемов», Труды лимнологической станции в Косино, вып. 20, изд-во ЦУЕГМСа СССР, 1935.
104. Berthet I., Influence du glucagon et de l'adrénaline sur la synthèse in vitro du cholestérol par le tissu hépatique, Radioisotops in Scientific Research, vol. III, Proceedings of the First (UNESCO) International Conference, 1958.
105. Cronheim W., Die Bedeutung der Mineralstoffe für das Wachstum des Karpfens, Allg. Fishereizeitung, Bd. XXXIV, N 6, 1908.
106. Cronheim W., Über den Gesamtstoffwechsel der kaltblütigen Wirbeltiere insbesondere des Fische, Z. f. Fisch., Bd. XV, H. 4, 1911.
107. Ichihara A. and Greenberg D. M., Further studies on the pathway of serine formation from carbohydrate, J. Biol. Chem., 224, 1957.
108. Knauth K., Untersuchungen über Verdauung und Stoffwechsel der Fische, 1, 11, Z. f. Fisch., Bd. V, 1897. Bd. VI, 1898.
109. Knauth K., Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische, Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. LXXIII, 1898.
110. Knauth K., Neuere Erfahrungen in der Fischfütterung, Fisch. Zeit., Bd. 111, N 22—23, 1901.
111. Knauth K., Die Karpfenzucht, Neudamm, 1901.
112. Knauth K., Zur Biologie der Fette, Fisch. Ztg., 5, № 8, 1902.
113. Lindstedt Ph., Untersuchungen über Respiration und Stoffwechsel von Kaltblütern, Z. f. Fisch., Bd. 14, 1914.
114. Macdonald I. C., Synthesis of asparic acid by Lactobacillus arabinosus, Radioisotops in Scientific Research, Vol. 111, Proceedings of the First (UNESCO) International Conference, 1958.
115. Ochoa S., Mehler A., Blanchard M. L., Iukes T. H., Hoffman C. E. and Regan N., Biotin and carbon dioxide fixation in liver, J. Biol. Chem., 170, 1947.
116. Pora A. E., Rejer A., Oros I., Schwarz A., Actiunea Largactilului asupra consumului de oxigen si supravietuirii la aer a pestelui Carassius carassius L., Buletinul Institut. de Cercetari Piscicole, 1, Anul. XVI, 1957.
117. Rust J. H. and Ullberg S. G. F., Urea formation from onecarbon fragments, Radioisotops in Scientific Research, Vol. 111, Proceedings of the First (UNESCO) International Conference, 1958.
118. Rust J. H., Visek W. J. and Roth L. J., Carbon dioxide fixation and urea synthesis in the rat, J. Biol. Chem., 223, 1956.
119. Sreenivasan A. A., study of certain Biochemical systems involving «Single Carbon» transfers in relation to folic acid., Radioisotops in Scientific Research, Vol. 111, Proceedings of the First (UNESCO) International Conference, 1958.
120. Zuntz N., Über die Verdauung und den Stoffwechsel der Fische, Arch. f. Physiol., Bd. 1, 1898.
121. Zuntz N., Über extensive und intensive Teichwirtschaft, Nachr. Klub. d. Landwirt, Berlin, 1906.