

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ МАССОВОГО МЕЧЕНИЯ МОЛОДИ ОСЕТРА РАДИОАКТИВНЫМ ФОСФОРОМ

Г. С. КАРЗИНКИН, Е. В. СОЛДАТОВА, И. А. ШЕХАНОВА

В связи с зарегулированием стока наших южных рек из естественного цикла воспроизводства осетровых выпал (или почти выпал) нерест в природных условиях. Процесс развития икры, выклев личинок и ранние этапы развития молоди, — все эти решающие моменты воспроизводства перенесены в искусственные условия заводского выращивания молоди.

В связи с переходом на подсобное выращивание возникла острая необходимость решения ряда вопросов, до этого не возникавших.

Так, некоторые научные работники [17, 22] и практики высказывали мысль о том, что молодь, выращенная в заводских условиях, особенно бассейновым методом, будет столь «тепличной», что утратит даже поисковый инстинкт и окажется не приспособленной к жизни в реке и море, т. е. обреченной на гибель. В связи с этим отрицалась необходимость постройки бассейнов [22] и проповедовалась необходимость выращивания молоди только в прудах, якобы лучше соответствующих природным условиям [3].

В результате возникших разногласий для условий Куры за основу был принят так называемый комбинированный метод [15], предусматривающий первоначальное выращивание личинок до навески 200—300 мг в бассейнах с последующим переводом в хорошо (в смысле кормовой базы) подготовленные пруды.

Однако вопрос о выживаемости молоди в природных условиях оставался открытым. Не ясно было, способна ли выращенная комбинированным методом молодь находить себе пищу в реке и море, не подавляется ли у нее при выращивании в стоячей воде инстинкт ската и не превращается ли она из проходной в туводную рыбу и т. д.

По аналогии с другими рыбами и исходя из экономических соображений [18], установили стандартную навеску выпускаемой с заводов молоди осетра в 2—3 г. Считалось, что у такой молоди будут достаточно высокие показатели выживаемости. В то же время при такой навеске можно выращивать большое стадо, не перегружая кормовой цех и не истощая кормовую базу прудов.

Таким образом, достижения в воспроизводстве осетровых рыб в заводских условиях ставились под сомнение ввиду отсутствия объективных доказательств выживаемости и поведения молоди в природных условиях.

Необходимые доказательства можно было получить только путем массового мечения молоди, выращиваемой на заводе.

Следя за молодой после выпуска ее, можно изучить ряд важных моментов ее биологии, например установить характер ската (скаты-

вается рыба косяками или в одиночку, спускается после выпуска сразу вниз по течению или некоторое время задерживается в реке, идет по тому или иному рукаву реки и т. д.), выяснить сроки начала питания в реке и в предустьевом пространстве, выявить передвижения молоди в водоеме (места нагула, зимовки и т. д.), определить если не абсолютную, то относительную выживаемость молоди различных навесок в реке и море и подойти к установлению научно оправданных стандартных навесок выпускаемой молоди.

В связи с этим перед нашей лабораторией еще в 1952 г. встал вопрос о необходимости проведения работ по массовому мечению молоди, причем это касалось не только молоди осетровых, выращиваемой на заводах, но и молоди полупроходных рыб, выращиваемой в нерестово-выростных хозяйствах [11].

Как указывалось в литературе [14], при механических способах мечения молоди наблюдаются значительные отходы ее ввиду травмирования. Даже при мечении взрослых рыб процесс этот настолько трудоемок, что количество меченых рыб по отношению к основному запасу оказывается весьма незначительным. Можно указать, например, что в северной Атлантике с 1925 по 1955 г. (т. е. более чем за 25 лет) 13 европейских стран поместили несколько более 500 тыс. рыб, а наша группа, применяя в качестве метки радиоактивный фосфор, с 1955 по 1958 г. (т. е. за 4 года) пометила на Куре одной только молоди осетра более 650 тыс. шт. и выпустила в море более 400 тыс. шт.

В 1958 г. на Куринском заводе молодь в последний раз поместили радиоактивным фосфором и провели наблюдения за этой молодью в реке и море. В этом же году М. П. Богоявленская пометила наиболее крупную молодь (3,8 г) Ca^{45} .

В настоящем сообщении подытоживаются данные, полученные за все эти годы.

Работа между авторами статьи распределялась следующим образом: И. А. Шеханова проводила массовое мечение молоди P^{32} , Е. В. Солдатов изучала питание молоди в прудах и предустьевом пространстве, Г. С. Карзинкин осуществлял общее руководство работами, изучал скорость ската и локальное распределение молоди в предустьевом пространстве.

Кроме того, в работе принимали участие директор Куринского экспериментального завода М. А. Касимов, работники рыбнадзора ст. инспектор Б. Зейналов, инспектора К. Алекперов, А. Алекперов, Л. Зейналов, лаборанты Б. И. Егоров и Е. Г. Сманцер и студенты МГУ О. Лесова и Л. Крастина.

МЕЧЕНИЕ МОЛОДИ ОСЕТРА

Исследования с применением радиоактивных изотопов, получившие широкое распространение в последние годы у нас и в зарубежных странах, свидетельствуют о том, что, используя радиоактивные вещества, можно найти новые, эффективные способы мечения молоди рыб на ранних этапах развития. Принцип маркировки животных, и в частности рыб, радиоактивными веществами сводится к тому, что животному вводится в тело избранный в качестве метки препарат и по присутствию в теле животного радиоактивных излучений меченое животное отличают от немеченого.

Специфика радиоактивной метки заключается в том, что она входит в состав органических веществ тела подопытного животного и принимает участие во всех процессах обмена. Радиоактивные изотопы по своим химическим свойствам не отличаются от стабильных изотопов того же элемента: они наравне со стабильными изотопами уча-

ствуют во всех процессах превращения, во всех химических реакциях, хотя благодаря физическим особенностям их эти реакции протекают с иной скоростью, чем с более легкими стабильными изотопами.

Длительность сохранения метки зависит, во-первых, от времени, в течение которого введенный элемент задерживается в организме животного. Если это вещество входит в состав костных элементов, характеризующихся невысокой интенсивностью обмена, то оно надолго задерживается в теле, а если поступает в ткани с высоким уровнем обмена (мышцы, печень), то быстро выводится из организма и в качестве метки служить не может. С другой стороны, длительность сохранения радиоактивной метки зависит от длительности периода полураспада изотопа и от дозы изотопа, вводимой в организм при мечении.

Мечение животных преследует самые разнообразные цели, и в зависимости от этого выбирают различные изотопы и способы их введения, но все же всегда, независимо от цели и объекта исследования, в разработку методики мечения включается ряд общих вопросов.

Несколько модифицируя соображения, высказанные по этому поводу Н. Б. Ильинской и А. С. Трошиным [9], мы такими общими вопросами считаем следующие:

- выбор изотопа по длительности периода полураспада и способности включаться в тело животного;

- нахождение наилучшего способа введения изотопа в организм;

- установление продолжительности нахождения изотопа в теле животного;

- учет воздействия выбранного изотопа на организм подопытного животного;

- определение оптимальных доз вводимого радиоактивного вещества (в смысле обеспечения четких и длительных показателей и минимального воздействия на организм);

- изучение возможного вредного влияния радиоактивной метки на человека при контакте его с мечеными животными.

Оставляя в стороне вопрос мечения радиоактивными изотопами ряда наземных животных, нужно отметить, что в последние годы появляется все больше работ, посвященных применению изотопов для мечения рыбы.

М. П. Богоявленская [1, 2], И. А. Шеханова [23, 25], В. И. Жадин, Н. Б. Ильинская, А. Н. Световидов и А. С. Трошин [8], В. С. Кирпичников, А. Н. Световидов и А. С. Трошин [13] и ряд других исследователей использовали в своих работах в качестве метки молоди рыб изотопы P^{32} и Ca^{45} . О. П. Данильченко [5, 6] указывает на возможность использования радиоактивного стронция Sr^{90} для мечения живых кормов и молоди осетровых рыб. Н. П. Рудаков [21] приходит к выводу о возможности применения для этой же цели радиоактивного цезия (Ce^{144}).

Опыты по изучению фосфорного обмена у молоди карповых и осетровых рыб с применением P^{32} [24] показали, что радиоактивный изотоп фосфора может быть с успехом использован в качестве метки молоди рыб на самых ранних этапах развития.

Радиоактивный изотоп фосфора (P^{32}) дает жесткое бета-излучение, максимальная энергия которого составляет 1,71 MeV. Период полураспада P^{32} 14,3 дня. За это время половина имеющегося радиоактивного фосфора в результате естественного процесса распадается и превращается в стабильную серу S^{32} .

Бета-частицы, испускаемые радиоактивным фосфором, легко могут быть обнаружены установками типа Б или дозиметром «Тисс», снабженными счетными трубками АС-1, АС-2, СТС-5, СТС-6, служащими для регистрации жестких бета-излучений. Может для этой цели применяться также «щуп» с торцевой трубкой МСТ-17.

Фосфор очень быстро усваивается молодой рыбой из кормов и из окружающей водной среды. Поэтому метить молодую рыбу радиоактивным фосфором, так же как и некоторыми другими радиоактивными изотопами, можно четырьмя способами: инъекцией раствора под покровные ткани, в мышцы, полость тела и т. д.; введением радиоактивного раствора соли через рот в пищеварительный тракт рыбы; введением изотопа в организм рыбы с живыми кормами, выращенными предварительно на субстрате, содержащем радиоактивный изотоп; путем помещения рыбы на некоторое время в раствор, содержащий в определенной концентрации соль радиоактивного изотопа.

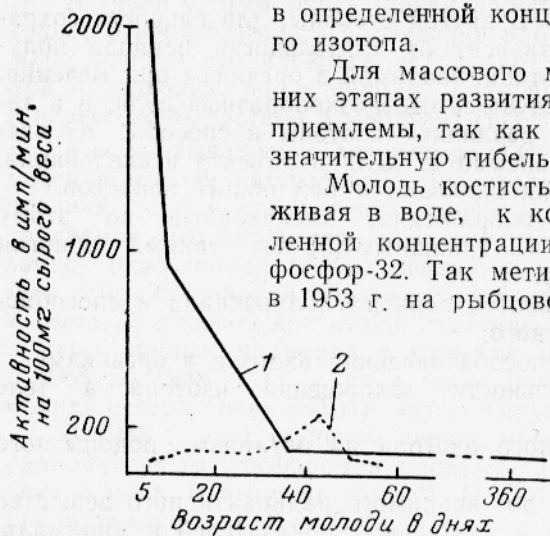


Рис. 1. График проникновения фосфора из воды в тело молоди рыб:
1—каря; 2—осетра.

Для массового мечения молоди рыб на ранних этапах развития первые два способа мало приемлемы, так как они трудоемки и вызывают значительную гибель мелких особей.

Молодь костистых рыб удобно метить, выдерживая в воде, к которой добавляют в определенной концентрации раствор соли, содержащий фосфор-32. Так метили молодь рыба и шемаи в 1953 г. на рыбцово-шемайном питомнике [8].

Молоди осетровых рыб, выращиваемой на рыбоводных заводах комбинированным методом с применением живых кормов (дафний и олигохет), наиболее целесообразно вводить метку в период бассейнового выращивания через корма, в частности через олигохет, выдержанных на радиоактивном субстрате. Из во-

ды молодь осетра в отличие от молоди карпа [25] усваивает значительно меньше фосфора (рис. 1). Кроме того, в условиях рыбоводных заводов при высокой температуре воды опасно прекращать ток воды на 1—2 часа, с тем чтобы рыбки усвоили достаточное для метки количество фосфора. В этом случае очень быстро создается неблагоприятный кислородный режим и рыба гибнет от накапливающихся в воде продуктов обмена и слизи.

Можно также пометить мальков через дафний, но эффективность этого способа в смысле рационального использования препарата будет примерно в два раза ниже, чем при работе с олигохетами (рис. 2). Объясняется это тем, что при введении активного фосфора в организм олигохет мы смачиваем небольшое количество корма, которое они съедают очень быстро и практически полностью. В дафнии метку можно ввести, предварительно подрачивая на растворе с радиоактивной солью фосфора культуру водорослей, а затем скармливая эту культуру дафниям.

Можно также добавлять раствор фосфора-32 в воду, в которой выращивают дафний. В этом случае радиоактивный фосфор будет усваиваться из воды бактериями [19], а через бактерии — и дафниями. Однако в обоих случаях большое количество фосфора не будет использовано по назначению, а останется в растворе и в неиспользованных водорослях и бактериях. Таким образом, препарат фосфора, вводимый через дафний, используется примерно на 50%, в то время как при введении через олигохет — на 95%.

Учитывая сказанное, при разработке методики массового мечения молоди осетра на рыбоводных заводах мы остановились на приме-

нии олигохет. При таком способе мечение идет по схеме: раствор радиоактивной соли фосфора — гидролизатные дрожжи, мучные сметки или иной корм олигохет — олигохеты — молодь осетра.

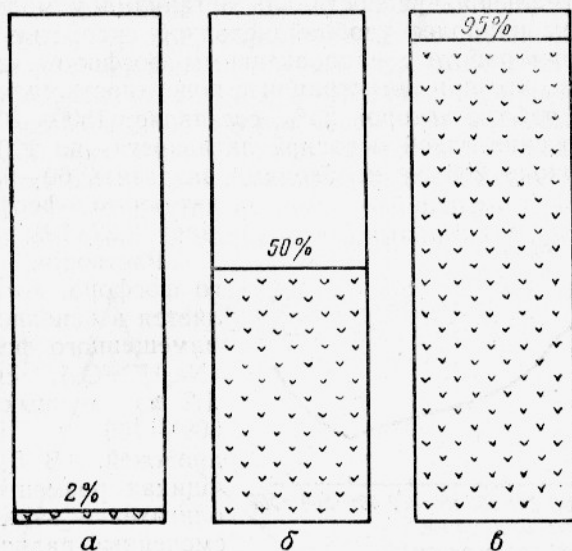


Рис. 2. Степень использования в % препарата радиоактивного фосфора мальками при их мечении:

а—через воду; *б*—через дафний; *в*—через олигохет.

При мечении молоди рыб радиоактивным изотопом фосфора прежде всего нужно установить необходимую исходную активность метки каждой рыбки. Опытами И. А. Шехановой было установлено,

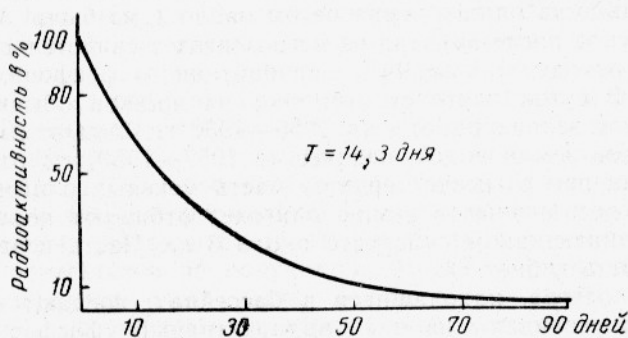


Рис. 3. Кривая естественного распада радиоактивного изотопа фосфора.

что фосфор из кормов быстро усваивается рыбами и, несмотря на короткий период полураспада ($T=14,3$ дня), задерживается в их теле на 2,5—3,0 месяца. Выделение его из организма за указанное время, при незначительном отношении меченого фосфора к немеченому, происходит в небольшом количестве, в основном же активность снижается за счет естественного распада согласно кривой, представленной на рис. 3. Зная исходную активность метки, которая выражается числом распадов в минуту и о которой судят по скорости счета, выражаемой числом импульсов в минуту, по этой кривой можно легко найти радиоактивность метки фосфором-32 на данное время.

Устанавливая величину исходной активности, следует помнить, что чрезмерное завышение ее может вредно сказаться на физиологическом состоянии подопытного животного. По длительности сохранения и по минимальной вредности для организма у молоди осетра весом 200—300 мг наиболее удобной исходной скоростью счета (активность метки) при работе с радиоактивным фосфором является 7500—10 000 расп/мин., что при регистрации с поверхности малька установкой, эффективность работы которой 20%, составляет 1500—2000 имп/мин.

Для достижения такой исходной активности на 100 тыс. личинок осетра весом около 200 мг необходимо затратить 60—65 мСи радиоактивного фосфора (1 мСи дает $2,22 \cdot 10^9$ расп/мин.).

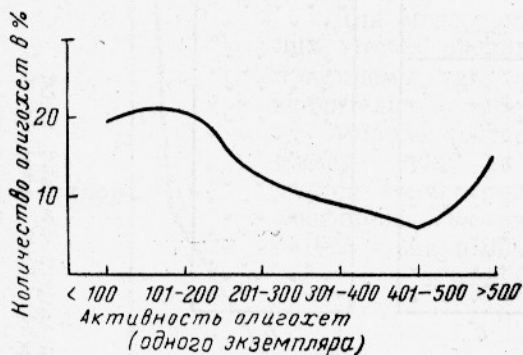


Рис. 4. Активность олигохет, выращиваемых в течение двух суток на корме, смоченном раствором P^{32} (весна 1955 г.).

Раствором радиоактивного фосфора, который употребляется в основном в виде двузамещенного фосфата натрия ($Na_2HPR^{32}O_4$), смачивают 1—1,2 кг мучных сметок или 600—700 г гидролизатных дрожжей. В 5 стандартных ящиках размещают 5—5,5 кг олигохет и задают им корм, смоченный радиоактивным раствором. За 2—3 суток олигохеты поедают корм и усваивают из него радиоактивный фосфор, становясь, таким образом, мечеными.

Проверка под счетчиком олигохет, выращиваемых в течение двух суток на корме, смоченном радиоактивным раствором (рис. 4), показала, что активность большей части червей была около 200 имп/мин., примерно у 15% под счетчиком насчитывалось свыше 500 имп/мин. В среднем активность одного червя весом около 1 мг была 300 имп/мин. Проверка грунта после изъятия из него олигохет свидетельствует о том, что в них переходит свыше 95% радиоактивного фосфора.

Через 2—3 суток олигохет отбирают из ящиков обычным путем.

На первых этапах работы (в 1955—1956 гг.) мы отмывали олигохет от остатков земли водой, позднее (в 1957—1958 гг.) отказались от этого, так как при отмывке теряется часть меченых олигохет. Обычно из 5—5,5 кг посаженных в землю олигохет отбирают после выдерживания на радиоактивном субстрате около 3 кг. Часть червей остается в земле, а часть гибнет.

Личинки осетра, находящиеся в бассейнах, поедают олигохет и очень быстро усваивают из них радиоактивный фосфор. Проверка 20 шт. молоди осетра через 1 час после кормления первой порцией меченых олигохет показала, что четыре из них не съели ни одного червя и P^{32} в их теле не содержится, у четырех экземпляров активность составила до 100 имп/мин., у шести — от 100 до 400 имп/мин., у пяти — от 400 до 800 имп/мин. и у одного экземпляра — 1097 имп/мин.

Однократная дача меченого корма недостаточна, чтобы пометить более или менее равномерно всех мальков, находящихся в аквариуме или в бассейне, так как более сильные поедают больше корма, а некоторые вообще не успевают схватить ни одного червя. Данные проверки молоди осетра, однократно получившей меченых олигохет, приведены на рис. 5. Активность большей части мальков была менее 100 имп/мин. Этого явно недостаточно для проведения работ с меченой молодью в течение 2—2,5 месяцев. Наибольший эффект получается после четвертой или пятой порции (см. рис. 9).

Имеет также значение количество олигохет в каждой порции корма. Хорошие результаты получаются в том случае, когда в бассейне с 20 тыс. шт. молоди одновременно задают 200 г меченых олигохет.

Наличие радиоактивной метки может быть установлено у живых, зафиксированных в 4%-ном формалине и высушенных мальков (озолять рыбок не рекомендуется, так как при этом теряется часть фосфора ввиду образования летучих фосфорных соединений). При проверке живых мальков необходимо, чтобы они спокойно лежали под счетной трубкой. Для этого их надо укрепить на предметном стекле или на пластинке из органического стекла в области головы и в области хвостового стебля двумя мягкими резиновыми жгутами. Для проверки радиоактивности мальков вынимали из воды, слегка подсу-

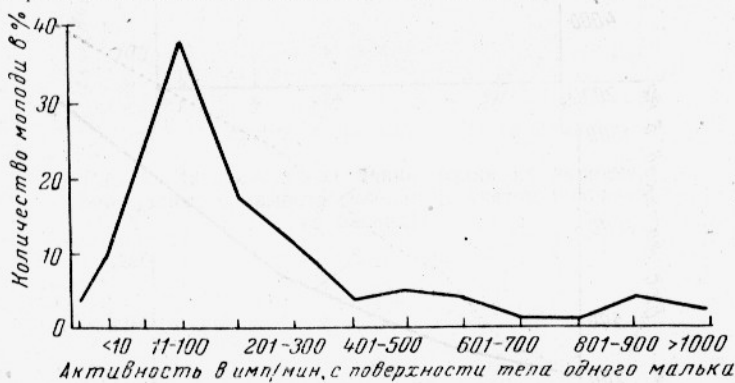


Рис. 5. Активность мальков после однократного кормления их олигохетами, меченными фосфором-32 (весна 1955 г.).

шивали фильтровальной бумагой, помещали на предметное стекло под счетную трубку, а затем через 1—2 мин. выпускали обратно в воду.

Обычно при этом из 100 экземпляров весом 200—500 мг погибали 1—2 шт., среди более крупных мальков отхода не наблюдалось. Однако этот способ проверки живых экземпляров применяют лишь в тех случаях, когда рыбу выдерживают на заводе или в аквариумах и изучают длительность сохранения метки или какой-либо другой вопрос. В то же время для изучения питания молоди, выпущенной с завода, в реке и на взморье необходимо быстро фиксировать пойманных мальков в 4%-ном формалине. При совместном пребывании меченых и немеченых рыбок в растворе формалина в течение 12—24 час. искажения результатов не получается. Метка у зафиксированных рыбок обнаруживается очень легко. Рыбок перед проверкой вынимают из формалина, обсушивают фильтровальной бумагой и на предметном стекле помещают под счетную трубку.

Если при поимке в естественных условиях исследователя интересуют не вопросы питания и роста пойманных рыбок, а только наличие метки, то мальков можно высушивать на солнце или в сушильном шкафу и после этого проверять под счетчиком. При высушивании уменьшаются размеры проверяемой под счетчиком рыбки. Явление самопоглощения излучений, идущих от внутренних органов и тканей, частично снимается и регистрируемая активность соответственно возрастает. Это способствует более легкому отбору меченых рыбок от немеченых.

При проверке под счетной трубкой мальков и личинок осетра помещают спинными жучками вверх, так как в костной ткани концентрируется большое количество фосфора. Параллельная проверка личинок при положении их спинными и боковыми жучками к счетной трубке показала, что у одной и той же личинки (в среднем из 10 проверен-

ных) в первом случае насчитывает 1059 имп/мин., во втором случае— 899 имп/мин.

В начале работ по мечению молоди осетра весной 1955 г. была исследована длительность сохранения радиоактивной метки в теле мальков осетра. Выше мы указали, что она зависит от периода полураспада используемого изотопа и от характера обмена данного элемента в организме рыбы. Данные, полученные при изучении фосфорного обмена у молоди карпа и осетра, позволили предположить, что фосфор, однажды попавший из воды или с кормом в организм малька, задерживается в нем надолго. Выделяется он лишь в самых ничтожных количествах.

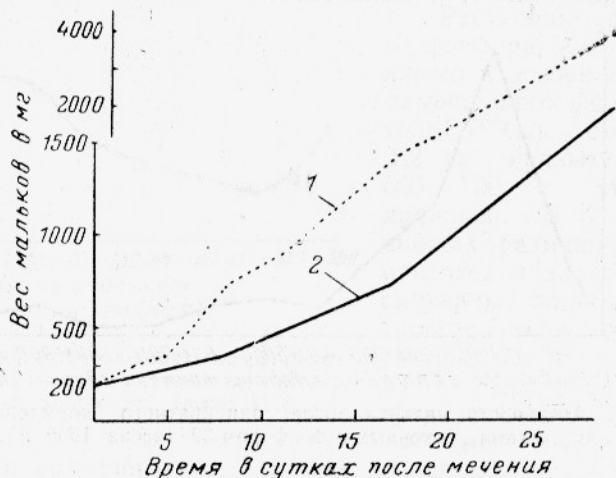


Рис. 6. Рост молоди осетра после мечения весной 1955 г.:

1—в рыбоводном тазике; 2—в пруду.

Для подтверждения этих данных весной 1955 г. при мечении молоди осетра на Куринском осетровом заводе 1 тыс. экз. осетра отсадили в рыбоводный тазик с периферийным стоком системы ВНИРО. Рыбу кормили дафниями и олигохетами и в течение месяца исследовали на содержание в их теле радиоактивного фосфора. Несмотря на весьма интенсивный рост молоди во время выдерживания в тазике (рис. 6), а в связи с этим и очень интенсивный обмен веществ, количество радиоактивного фосфора, регистрируемое с поверхности тела, изменилось весьма незначительно (рис. 7, данные приведены с учетом поправки на распад).

Метку вводили рыбкам весом 200 мг, а к концу опыта они достигли веса 4 г. Некоторое количество фосфора начало выделяться из организма и, кроме того, он распределился в большей массе тканей тела, в результате чего стал хуже улавливаться счетчиком. Для получения более точных данных необходимо высушивать мальков, измельчать их и проверять под счетчиком определенные навески с последующим пересчетом данных на вес всей рыбки.

Радиоактивный фосфор, введенный в тело молоди осетра в небольшом количестве, не оказывает отрицательного влияния на физиологическое состояние мальков. Темп весового и линейного роста меченых рыб по сравнению с немечеными не изменяется.

В качестве примера можно привести данные по росту молоди осетра в 1956 г. в бассейнах до мечения и после мечения (рис. 8).

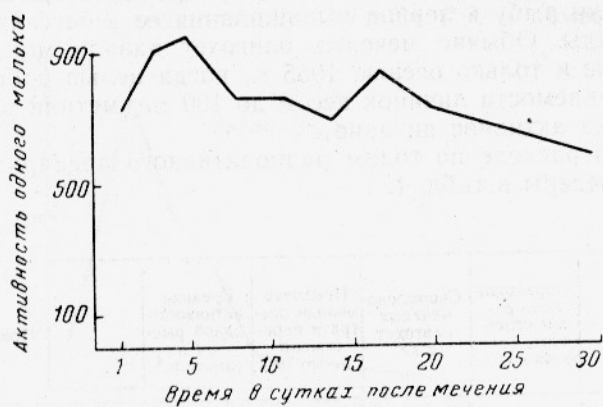


Рис. 7. Зависимость величины метки от времени, прошедшего с момента мечения (с учетом поправки на распад).

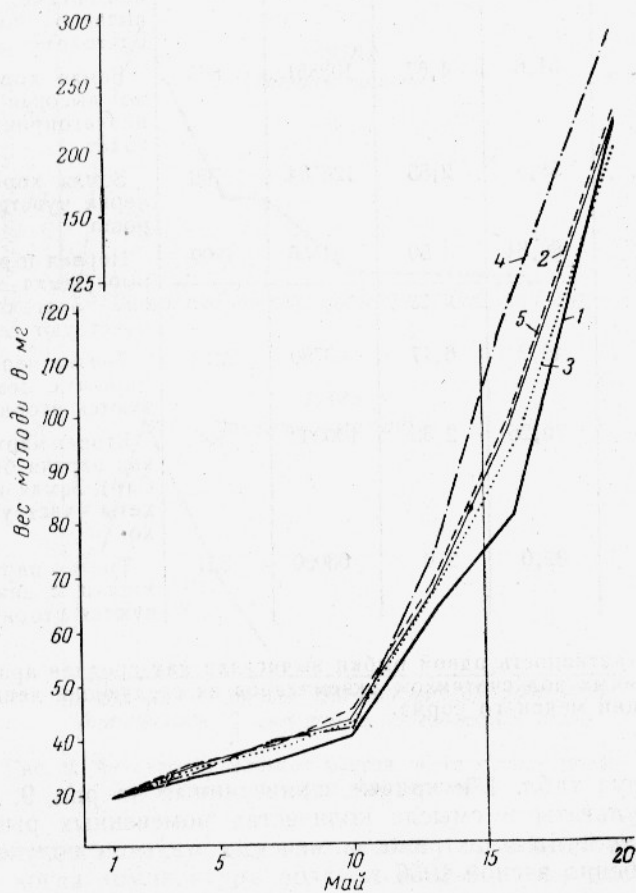


Рис. 8. Весовой рост молоди осетра до мечения и после мечения (с 15 мая) в 1956 г. в бассейнах:
1—№ 10; 2—№ 19; 3—№ 20; 4—№ 21; 5—№ 22.

Методику массового мечения молоди осетра фосфором-32 применяли на Куринском осетровом заводе в 1955—1958 гг. Всего за эти годы поместили 650600 мальков, по 100 тыс. рыбок в среднем в каждой партии. Метили рыбу в период выращивания ее в бассейнах перед высадкой в пруды. Обычно меченых олигохет давали молоди весом не меньше 200 мг и только осенью 1955 г., когда целью работы было выяснение выживаемости личинок весом до 100 мг, метили рыбу с момента перехода на активное питание.

Данные о расходе по годам радиоактивного препарата и меченых олигохет приведены в табл. 1.

Таблица 1

Год проведения работы	Израсходовано радиоактивного фосфора в мг	Скормлено меченых олигохет в кг	Помечено молоди осетра и пересажено в пруды	Средняя активность одной рыбки в имп/мин.*	Примечания
1955, весна . . .	85,7	2,68	96000	570	Земля хорошо освоена олигохетами, но резкое повышение температуры вызвало большой отход олигохет
1955, осень . . .	51,6	4,67	103851	865	Земля хорошо освоена, но высокая температура неблагоприятна для олигохет
1956, весна . . .	58,5	2,55	126 04	769	Земля хорошо освоена, черви чувствуют себя хорошо
1957, весна . . .	86,34	3,50	94455	1809	Первая и вторая партии рыб. Земля хорошо освоена олигохетами, черви чувствуют себя хорошо
1957, весна . . .	49,2	6,17	66790	2212	Третья партия рыб. Ящики с землей используются вторично
1958, весна . . .	70,25	2,35	100000	506	Вторая партия рыб (первая партия была помечена Ca^{45}). Земля новая, олигохеты чувствуют себя плохо
1958, весна . . .	32,0	2,0	63000	321	Третья партия рыб. Ящики с землей используются вторично

* Среднюю активность одной рыбки вычисляли как среднее арифметическое из 100 проверенных под счетчиком экземпляров на следующий день после дачи последней порции меченого корма.

Анализируя табл. 1 и кривые, приведенные на рис. 9, видим, что хорошие результаты в смысле количества помеченных рыб, израсходованного препарата и активности меченых мальков получены осенью 1955 г. и особенно весной 1956 г.

В 1956 г. молодь метили в первой половине мая, когда температура воздуха была еще не очень высокая. Земля в ящиках с олигохетами не перегревалась, и черви чувствовали себя хорошо. Для мечения олигохет использовали землю, в которой длительное время выращивали червей, а это, как мы убедились позднее, имеет очень большое значение.

Наиболее неблагоприятные условия для мечения сложились весной 1955 г. и весной 1958 г. при мечении двух партий осетра. В 1955 г. для выдерживания олигохет было взято 12 ящиков. В них равномерно распределили раствор, содержащий $85,7 \text{ мСi Р}^{32}$, и поместили в каж-

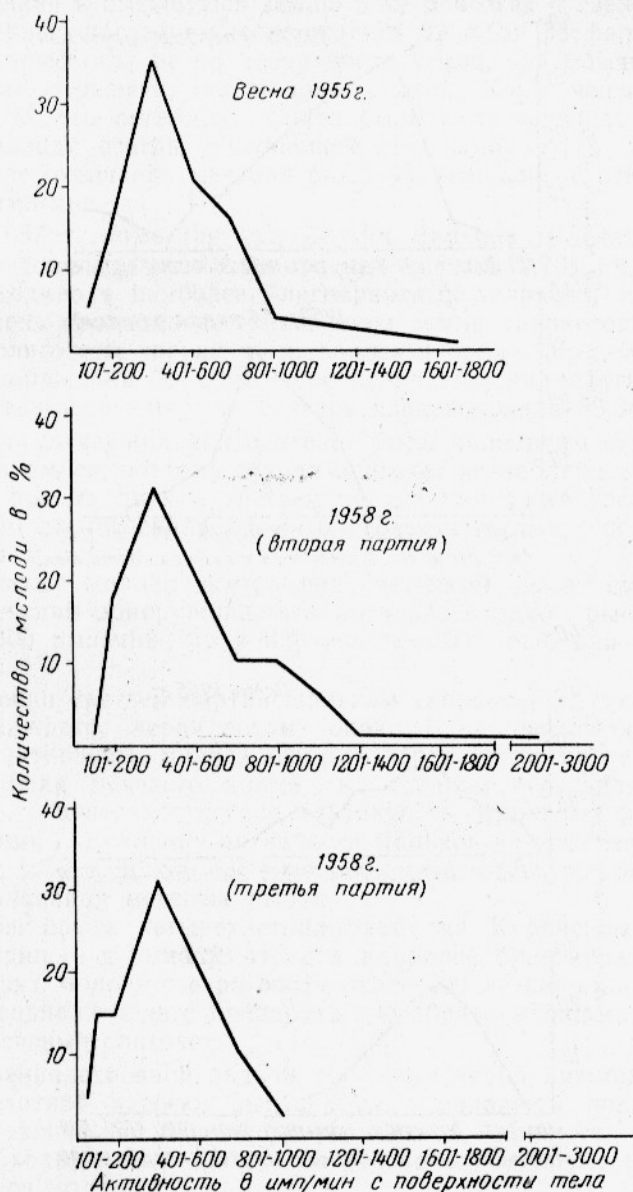


Рис. 9. Активность мальков осетра через сутки после окончания мечения фосфором-32.

дый ящик примерно по 1 кг олигохет. Работу проводили во второй половине мая, когда температура воздуха и земли уже достаточно высокая и в олигохетнике наблюдалась массовая гибель червей. Поэтому из 12 кг посаженных олигохет через двое суток было снято всего 2,68 кг.

Препарат был использован плохо, и рыбы оказались слабо помеченными. В среднем активность их составляла 570 имп/мин., а у основной массы мальков не превышала 300 имп/мин.

Весной 1958 г. необходимо было пометить и выпустить три партии молоди весом 2,0—2,5 г, 1 и 0,5 г. Первую партию М. П. Богоявленская пометила радиоактивным раствором Ca^{45} . Вторую и третью пар-

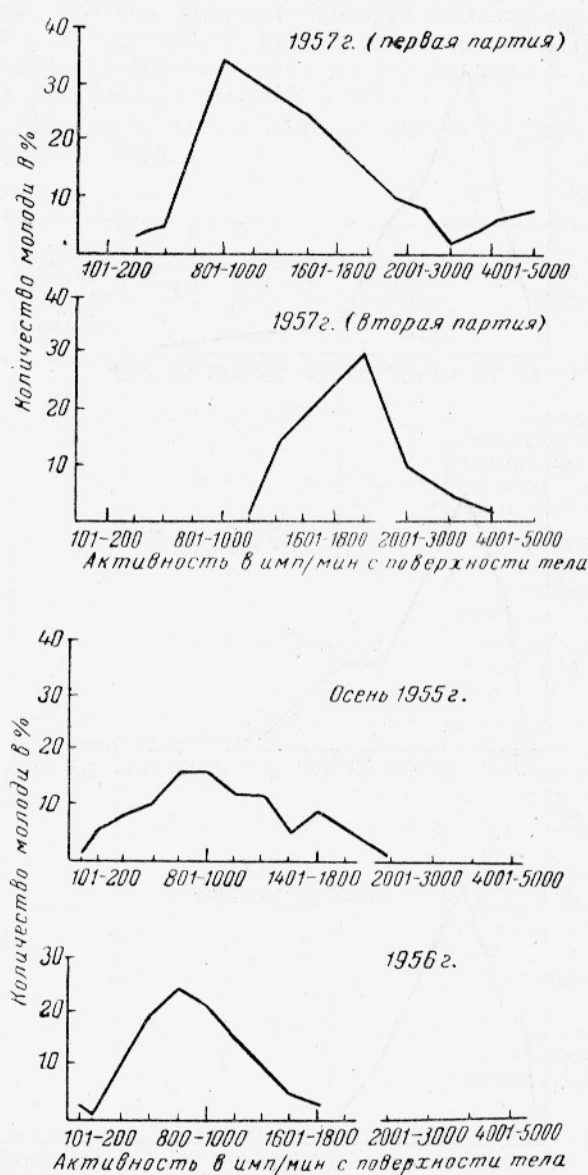


Рис. 9а. Активность мальков осетра через сутки после окончания мечения фосфором-32.

тии пометили радиоактивным фосфором через олигохет. Червей посадили в новую землю (не применявшуюся для выращивания), которую они осваивали медленно и плохо. Из посаженных в 4 ящика 4,5 кг и подсаженных через сутки еще 2 кг олигохет через двое суток было снято лишь 2,35 кг меченых олигохет. Мальки осетра в связи с этим оказались помеченными слабо и довольно неравномерно: у основной массы активность была 400—500 имп/мин., но встречались экземпляры с активностью до 3164 имп/мин.

Еще хуже обстояло дело с мечением третьей партии мальков. В земле, в которой выдерживали олигохет для мечения второй партии рыбок, осталось некоторое количество корма (мучных сметок), смоченного радиоактивным раствором, поэтому другую землю мы брать не стали, а добавили в имевшуюся землю 5 кг олигохет и свежие мучные сметки, смоченные раствором, содержащим 32 mCi фосфора. На этот раз олигохет поместили не на поверхности земли, как обычно, а непосредственно на лепешечки из мучных сметок. Корм черви частично съели, часть же его осталась. Снято было 2 кг меченых олигохет. Активность молоди осетра, получившей этих олигохет, в среднем через сутки после окончания мечения была 321 имп/мин. с отклонениями от 9 до 978 имп/мин.

Весной 1957 г. поместили три партии мальков. После выращивания в прудах их выпустили при средней навеске 2,73; 1,0 и 0,547 г. Мечение проходило в наиболее благоприятных условиях, так как погода была очень прохладная, температура земли сравнительно низкая (18—20°), и олигохеты хорошо развивались и брали корм. Кроме того, в нашем распоряжении было большое количество радиоактивного препарата. На первые две партии мальков израсходовали 86,34 mCi.

Ящики для выдерживания олигохет были наполнены старой, хорошо освоенной землей, поэтому отхода олигохет не наблюдалось, а между мечением первых двух и третьей партии они даже увеличились в весе. В первом случае сняли 3,5 кг олигохет и часть их оставили для мечения третьей партии.

При проверке молоди осетра под счетчиком через сутки после окончания мечения обнаружили, что активность одной рыбки в среднем около 1800 имп/мин., но у 8% помеченных рыб она превышала 5000 имп/мин.

При мечении третьей партии малькам скормили 6,17 кг олигохет. Активность каждого червя весом около 1 мг достигала 500—600 имп/мин., а активность молоди осетра через сутки после получения последней порции меченого корма в среднем составляла около 2000 имп/мин. с поверхности тела (активность отдельных экземпляров до 5000 имп/мин.). Величину активности мальков во всех трех партиях, помеченных в 1957 г., можно значительно снизить без ущерба для дальнейшего опознавания меченых рыбок.

Исходя из опыта четырехлетних работ на Куринском осетровом заводе, мы пришли к выводу, что для наиболее благоприятного мечения 100 тыс. экз. молоди осетра весом около 200 мг надо израсходовать 60—65 mCi радиоактивного препарата и отобрать и скормить малькам около 3 кг меченых олигохет.

Для решения основной задачи, т. е. выяснения возможности снижения стандартной навески выпускаемой молоди и повышения на имеющейся технической базе производственной мощности осетровых заводов, необходимо было метить не только однородную, но и разнородную по весу молодь.

При этом учитывали как биологические показатели поведения молоди и ее физиологического состояния, так и относительную выживаемость разноразмерной молоди в естественных условиях.

В первый год проведения работ (1955) сравнивали выживаемость меченой и немеченой молоди стандартного веса.

Как правило, помеченной молоди всегда было больше, чем выпущенной, так как после мечения ее некоторое время дорастивали в бассейнах или в прудах, где в зависимости от условий наблюдался больший или меньший отход ее.

В 1955 г. было выпущено 72500 меченых мальков осетра средним весом 2 г и 150 тыс. шт. немеченой молоди.

В 1956 г. было выпущено 82300 меченых осетров, но вдвое меньшей средней навески (1,07 г). К сожалению, немеченую молодь (103500 шт.) выпускали с завода без соблюдения синхронности с выпуском меченой, чем лишили нас возможности сравнивать выживаемость более мелкой меченой молоди и стандартной немеченой молоди.

Кроме того, с 1957 г. в строй вошел Усть-Куринский осетровый завод, с которого начали выпускать молодь в те же водные артерии. Поэтому мы вынуждены были переключиться на сравнение относительной выживаемости за данный отрезок времени только меченой молоди различного среднего веса.

В 1957 г. было выпущено 134284 меченых осетра трех весовых групп (2,7; 1,0; 0,5 г), а в 1958 г. — 181160 меченых мальков с несколько уменьшенным средним весом молоди третьей группы (0,3 г вместо 0,5 г). Мальки второй группы в среднем весили 1,2 г и первой группы — 3,8 г. Для молоди первой группы мы умышленно завысили среднюю навеску с учетом того, что все осетроводы признают лучшую выживаемость в природе крупной молоди.

Следовательно, если выживаемость молоди меньших весовых групп окажется хорошей, то это будет дополнительной гарантией производству от выпуска недостаточно жизнестойкой молоди, могущей дать большие отходы в природных условиях.

Для выяснения распределения молоди, скорости ее ската и т. д. в условиях предустьевого пространства и на морском побережье проводили ловы мальковой волокушей длиной 30 и 10 м с ячейей 8 мм и марлевой волокушей длиной 5 м. Для прибрежного лова в Куре применяли волокушу длиной 10 м. Для лова на стрежне так же, как и для лова в море на глубине 3; 5 и 10 м, применяли 5-метровый мальковый трал, а в 1958 г. — малую модель малькового трала Расса.

Данные по выпуску и вылову меченых мальков приведены в табл. 2.

Таблица 2

Годы	Выпущено меченых мальков осетра	Навеска выпущенной меченой молоди в г	Поймано меченой молоди		Продолжительность облова в сутках
			в шт.	в %	
1955	72500	2	115	0,2	5
1956	82300	1,07	98	0,12	12
1957	134284	2,7—1,0—0,5	53	0,04	12
1958	181160	3,8—1,2—0,3	221	0,12	24
Итого	470244		487	0,12	53

В 1955 г. соотношение выпущенных меченых мальков к немеченым было 1:2. В предустьевом пространстве выловили 115 меченых осетров и 202 немеченых, т. е. соотношение изменилось мало и стало 1:1,7. Следовательно, отходов меченой молоди не наблюдалось.

РОСТ МЕЧЕНОЙ МОЛОДИ ОСЕТРА В ПРУДАХ

О росте меченой молоди можно судить по данным 1956 г., когда проводили сравнительное выращивание ее в прудах. Для этого часть личинок из одной партии икры пометили, а часть оставили немеченой и после предварительного подращивания в бассейнах до 208 мг пересадили в количестве 36827 шт. в пруд № 5 при плотности посадки 73654 шт/га.

В пруду № 17 плотность посадки меченой молоди на 1 га составляла 106300 шт. Выход меченой молоди оказался равным 32488 шт., а немеченой — 31217 шт. Несмотря на большую плотность посадки и больший абсолютный выход, присутствие в теле мальков радиоактивного фосфора на весовом росте не сказалось (рис. 10).

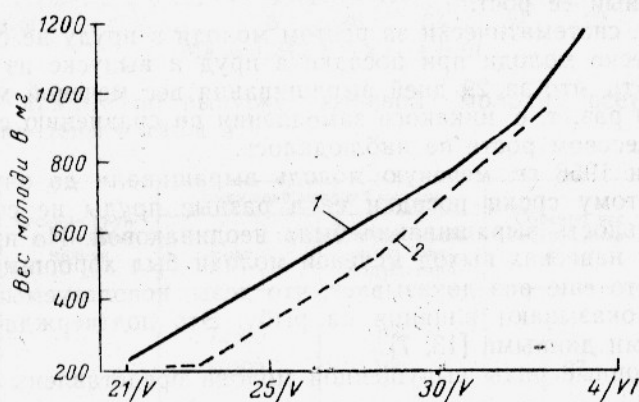


Рис. 10. Весовой рост молоди осетра в прудах в 1956 г.:
1—меченой; 2—немеченой.

Данные, характеризующие рост молоди в прудах, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Дата	Вес молоди в г								
	1955 г., пруд № 3	1956 г., пруд № 17	1957 г.				1958 г.		
			пруд № 11	пруд № 12	пруд № 18	пруд № 21	пруд № 2	пруд № 3	бассейн
Май, 21	—	0,232	—	—	—	—	—	—	—
22	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	0,770	—	—	—	—	0,253	—	—
Июнь, 1	—	0,918	—	0,300	0,258	—	—	—	—
2	—	1,138	—	—	—	—	—	—	—
3	—	1,19	—	—	—	—	—	—	—
4	—	Выпуск	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	0,538	0,455	—	0,752	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	0,144	—
11	—	—	0,362	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	1,719	0,360	0,120
13	—	—	—	1,033	0,650	0,310	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	1,950	0,557	0,131
19	—	—	0,621	1,894	0,927	0,600	—	—	—
21	2,0	—	0,619	—	—	0,656	3,087	1,024	—
22	Выпуск	—	Выпуск	—	—	Выпуск	—	—	0,256
24	—	—	—	2,73	1,063	—	3,791	1,034	0,326
25	—	—	—	Выпуск	Выпуск	—	Выпуск	Выпуск	Выпуск

Длина меченой молоди в начале выпуска, по контрольным пробам, в среднем составляла 63 мм, в то время как в пруду № 5 ко 2 июня она достигла 55 мм. Несколько лучшая упитанность молоди из пруда № 5 (коэффициент упитанности немеченой молоди 0,58, а меченой — 0,48) объясняется меньшей плотностью посадки.

Таким образом, мечение рыбы не оказало влияния ни на весовой, ни на линейный ее рост.

В 1955 г. систематически за ростом молоди в пруду не следили, но, судя по навеске молоди при посадке в пруд и выпуске из пруда, мы можем сказать, что за 29 дней выращивания вес меченой молоди увеличился в 10 раз, т. е. никакого замедления по сравнению с немеченой молодью в весовом росте не наблюдалось.

В 1957 и 1958 гг. меченую молодь выращивали до определенных навесок, поэтому сроки посадки ее в разные пруды не совпадали и продолжительность выращивания была неодинаковой. Но из всех прудов при всех навесках выход меченой молоди был хорошим — от 66 до 92,3%. Все это еще раз доказывает, что дозы, используемые нами для мечения, не оказывают влияния на рыбу. Это подтверждается также литературными данными [13, 7].

Вариационные ряды выпущенной молоди представлены следующими данными:

1956 г.

Вес в г.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Количество в шт.	1	4	3	2	14	11	36	
Вес в г.	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
Количество в шт.	28	25	22	26	9	3	3	
Вес в г.	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2		
Количество в шт.	3	5	2	0	1			

$$M_a = 1,07 \text{ г} \quad \sigma = \pm 0,094$$

1957 г., первая группа

Вес в г.	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
Количество в шт.	4	7	5	8	3	6	4	4	
Вес в г.	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
Количество в шт.	1	3	1	3	1	2	1	1	
Вес в г.	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2
Количество в шт.	2	2	1	2	1	0	1	0	0

$$M_a = 2,73 \text{ г} \quad \sigma = \pm 0,06$$

Вторая группа

Вес в г.	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Количество в шт.	27	21	23	8	10	6	6	1	3	7	3	

$$M_a = 1,0 \text{ г} \quad \sigma = \pm 0,09$$

Третья группа

Вес в г.	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Количество в шт.	1	2	7	23	41	53	38	

$$M_a = 0,547 \text{ г} \quad \sigma = \pm 0,001$$

1958 г., первая группа

Вес в г.	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7			
Количество в шт.	1	4	1	3	0	5	3	3	3				
Вес в г.	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	
Количество в шт.	4	3	3	0	3	4	4	3	4	3	4		
Вес в г.	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0
Количество в шт.	3	4	2	1	2	2	3	1	2	2	0	1	
Вес в г.	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	
Количество в шт.	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	

$$M_a = 3,89 \text{ г} \quad \sigma = \pm 0,09$$

Вторая группа

Вес в г. 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8
Количество в шт. 10 14 13 9 10 8 6 4 5 4 3
 $M_a = 1,237 \text{ г}$ $\sigma = \pm 0,09$

Третья группа

Вес в г. 0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7
Количество в шт. 3 46 33 32 22 12 9
 $M_a = 0,349 \text{ г}$ $\sigma = \pm 0,01$

Общие данные по выпуску меченой молоди осетра в 1955—1958 гг. приведены в табл. 4.

Таблица 4

Год выпуска	Весовые группы меченой молоди	Выпущено меченой молоди		Средний вес меченой молоди в г	Соотношение группировок
		в шт.	в % от общего количества выпущенной		
1955	—	72500	100	2,0	—
1956	—	82300	100	1,07	—
1957	I	24977	18,6	2,73	1,0
	II	44850	33,4	1,0	1,7
	III	64457	48	0,547	2,5
1958	I	49007	27	3,89	1,0
	II	50363	28	1,237	1,0
	III	81790	45	0,349	1,6

МЕТОДИКА УЧЕТА ГРУППОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ВЫЛАВЛИВАЕМОЙ МЕЧЕНОЙ МОЛОДИ

Как видно из приведенных данных, в течение двух лет (1957 и 1958 гг.) наблюдения вели над молодью различных весовых групп. При этом наиболее мелкая молодь отличалась от крупной не только весом, но и возрастом. В 1957 г. возрастной разрыв у крупной и мелкой молоди составлял около 12 дней, а в 1958 г. крупная молодь была старше средней на 9 суток и старше мелкой на 14 суток.

По отношению к продолжительности периода наблюдений (до 25 суток после выпуска в море) эти сроки весьма значительны, поэтому возможность выравнивания веса молоди исключается.

Молодь средней весовой группы в 1957 г. была одного возраста с более крупной молодью. Ее меньший средний вес является результатом худших кормовых условий в пруду.

В 1958 г. возрастной разрыв у молоди первой и второй весовых групп был около 9 суток, поэтому возможность выравнивания веса также была маловероятной.

Это положение подтвердилось мечением крупной молоди Ca^{45} и средней — P^{32} , т. е. хорошо отличными метками с мягким и жестким бета-излучением.

Вариационные ряды с небольшим значением σ свидетельствуют о реальности выбранных весовых группировок. Изменчивость рыб в той или иной выращенной партии, конечно, была больше, чем это отражено в приведенных рядах. Так, среди рыб второй весовой группы встречались как тугорослые, с небольшим весом рыбы, так и более крупные. В первой группе также были тугорослые рыбы, а в третьей некоторые экземпляры подходили по весу ко второй группе.

При составлении вариационных рядов и расчете соотношения молодежи по весовым группам мы учитывали эти моменты.

Во всех случаях, когда за данный день лова добывали достаточное количество меченой молодежи (20 шт. и более), строили вариационный ряд, дававший, как правило, двух- или трехвершинную кривую. В первом случае выпадали чаще всего представители третьей группы.

Если выравнивание веса молодежи разных групп маловероятно, то рост молодежи в предустьевом пространстве происходил и сопровождался смещением средних весов и всего ряда во времени от более низких показателей к более высоким.

Средняя и мелкая молодежь в какой-то момент достигала и затем превосходила по весу крупную молодежь при ее выпуске. Разобраться в этом вопросе нам помогли наши наблюдения 1955 и 1956 гг. за ростом одновозрастной (и одноразмерной) меченой молодежи в предустьевом пространстве Куры.

Как видно из рис. 13, в море молодежь росла так же интенсивно, как и в прудах с хорошо подготовленной кормовой базой. Каких-либо резких снижений или увеличений прироста веса рыбы не наблюдалось. В случае неясности групповой принадлежности рыб, например при малом количестве рыб в суточном улове, когда нельзя было построить вариационный ряд, зная ход прироста рыб по кривой, можно определить примерный вес пойманной молодежи в момент ее выпуска, а отсюда и групповую принадлежность.

Таким образом, методика установления принадлежности пойманных рыб к той или иной весовой группе сводилась к составлению при выпуске молодежи вариационных рядов веса рыб с отнесением крайних вариантов в соответствующие им по характеристике весовые группы. Этим достигнута хорошая разграниченность весовых группировок с малой величиной квадратического отклонения. При больших суточных уловах составляли вариационную кривую, по которой устанавливали количество рыб, принадлежащих к той или иной весовой группе.

При затруднении с установлением принадлежности выловленной рыбы к определенной весовой группе анализировали кривую весового роста рыбы для установления возможного ее веса в момент выпуска, а следовательно, и групповой ее принадлежности.

В 1958 г. проверили применяемую нами методику путем мечения молодежи различных весовых групп (первой и второй) неодинаковыми по энергии излучения изотопами (P^{32} и Ca^{45}). Проверка дала положительные результаты, т. е. подтвердила правильность нашей методики.

СКАТ МОЛОДИ ПО КУРЕ

Скат осетровой молодежи в Куре изучал Я. И. Гинзбург [4], установивший зависимость ската от скорости речного потока. При мощном паводке, наблюдавшемся в 1952 г., молодежь скатывалась в море в личиночной стадии. В другие годы, при меньших скоростях течения, этого не наблюдалось.

Молодь в реке распределяется между мелководьем и фарватером, между отмелым берегом и центральной зоной плеса, на глубине 1,5—2 м. Скатываясь, она в этих участках питается, придерживаясь в основном плотных песчано-илистых или песчаных грунтов. В местах, особо богатых кормом, молодежь задерживается. У такой молодежи, по мнению Я. И. Гинзбурга, скорость ската определяется уже не скоростью течения, а поведением самих мальков.

По нашему мнению, скорость ската несомненно тесно связана со скоростью течения. Кура, как известно, характеризуется большими скоростями течения. Средняя многолетняя скорость течения в районе,

близком к нашему (у Сальян), составляет 2300—2500 м/час, или 0,65—0,7 м/сек.

В 1956 г. ко времени выпуска молоди с завода (в начале июня), по сведениям Главного управления гидрометеорологической службы, водность Куры и ее притоков была в 1,3—2 раза выше нормы. Приток воды был на 235 м³/сек больше, чем в июне 1955 г. Средняя скорость течения Куры в момент выпуска молоди была 1,0—1,09 м/сек.

В 1957 г. средняя скорость течения Куры была несколько ниже, чем в 1956 г., — 0,74—0,73 м/сек. Данных по скорости течения Куры за 1958 г. у нас нет, но, видимо, она была близка к скорости течения в 1956 г. и к среднемуголетней.

В 1955 г. молодь выпускали из прудов по сбросным канавам, соединявшимся с рекой ниже завода за излучиной, которую делает в этом месте Кура. В результате этого молодь попадала в зону с замедленным течением и имела возможность подниматься вверх вдоль мелководного берега. В 1956 г. молодь выпускали по верхнему сбросному каналу, поэтому она попадала сразу на стрежень у подмытого берега. Кроме того, особенностью 1956 г. был выпуск более мелкой молоди (средний вес 1,07—1,2 г). В 1957 и 1958 гг. выпускали молодь трех размерных групп.

В 1955 г. лов тралом был начат через двое суток после выпуска в 2 и 7 км от сбросной канавы вверх по течению. В уловах в 2 км выше сбросной канавы поймали 4 малька, из которых два оказались мечеными.

В 1956 г., по-видимому в результате меньшего веса молоди, большой водности и больших скоростей течения Куры, а также особенностей мест выпуска молоди или в результате совокупности всех этих факторов, лов вверх по течению через двое и четверо суток после начала выпуска оказался неудачным.

В низовьях Куры и на взморье в 1956 г., исходя из опыта предыдущего года, молодь начали ловить значительно раньше (по отношению к сроку выпуска).

Первые два малька осетра были пойманы через 19 час. после начала ската, на расстоянии 8 км от места выпуска. Однако эти мальки могли быть выпущены в более поздние сроки и тогда это расстояние было пройдено ими за 4 часа 30 мин. Исходя из этого, скорость ската мальков в 1956 г. в реке Куре может быть определена в пределах 410—1800 м/час.

Скорость ската молоди в 1957 г. уточнить не удалось. Ее выпускали в два срока — 22 и 25 июня. 23 июня в предустьевом пространстве Куры молодь не обнаружили. Первые экземпляры были пойманы 26 июня почти через девять часов после окончания выпуска второй партии молоди. Но эта молодь также могла быть выпущена ранее.

В 1958 г. первых мальков поймали в устье Зюйд-Остового рукава через 18 час. 15 мин. после выпуска первой партии. За это время они прошли расстояние 20 км и скорость ската составила 1102 м/час, или 0,3 м/сек. Но в это время в предустьевом пространстве могли находиться мальки более позднего выпуска, тогда скорость их могла быть 1800 м/час, или 0,5 м/сек. Таким образом, в 1956 и в 1958 гг. выпускаемая с завода молодь достигала предустьевого пространства в течение суток, покрывая за это время расстояние около 20 км.

Данные по скорости ската молоди приведены в табл. 5.

Как видно из приведенных в табл. 5 данных, скорость ската молоди в верхних пределах в 1956 и 1958 гг. довольно близко совпадала. К сожалению, у нас нет данных по скорости течения Куры в 1958 г., но, видимо, она была несколько больше, чем в 1956 г., так как нижний предел скорости ската молоди по Куре в 1958 г. выше, чем в 1956 г.

Таблица 5

Годы	Средняя скорость течения Куры ¹		Скорость ската молоди осетра	
	в м/сек	в м/час	в м/сек	в м/час
1955	0,65	2340	—	—
1956	1,09	3924	0,113—0,5	410—1800
1957	0,74	2664	—	—
1958	—	—	0,3—0,5	1102—1800

¹ Среднемноголетняя скорость течения Куры 0,65 — 0,70 м/сек, или 2340—2520 м/час.

Скорость ската молоди по Куре довольно большая, но все же она меньше, чем скорость течения Куры.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЧЕНОЙ МОЛОДИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Для выяснения распределения молоди проводили систематические обловы в Куре, предустьевом пространстве и в море, по побережью и на глубине 3; 5 и 10 м. Район лова простирался от Норд-Остового (Главный банк) до Зюйд-Остового рукава (Судоходный банк), заходя на 4 км на север и на 7—9 км к югу. В 1958 г. были обследованы глубины 3, 5 и 10 м в районе от Зюйд-Остового рукава до Сальянского рейда.

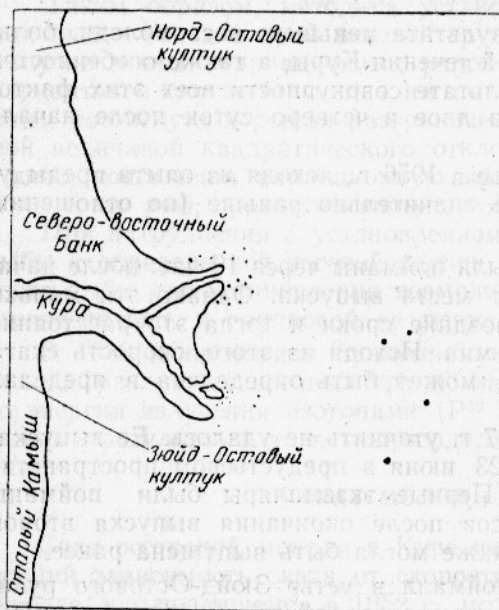


Рис. 11. Схема распределения меченой молоди осетра в предустьевом пространстве Куры в 1955—1958 гг.

Наибольшее количество молоди поймано 30-метровой волокушей в предустьевом пространстве прибрежной зоны (за 181 притонение поймано 375 мальков). В 1955, 1957 и 1958 гг. молодь скатывалась главным образом по Судоходному рукаву, а в 1956 г.—по обоим рукавам, что связано, по-видимому, с большой водностью Куры. Большая концентрация ее на единицу площади наблюдалась в районе Норд-Остового рукава.

Схема распределения молоди за все годы показана на рис. 11. Из нее видно, что мо-

лодь сосредоточивается в районе мелководья, примыкающем к двум основным рукавам Куры.

В первые два-три дня после ската молодь обитает в районах, близко примыкающих к основному стрежню рукавов, с пресной или слабо осолоненной водой (табл. 6).

За все время наших наблюдений (1955—1958 гг.) меченая молодь осетра распространялась по северо-западному побережью от Главного рукава до зоны более постоянного осолонения (10‰ и выше), т. е.

Таблица 6

Годы	Соленость воды в прибрежной зоне на станциях												
	правого берега					левого берега							
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8
Главный банк													
1956	0,4 11,23	—	7,7	5,04	8,77	8,13	7,37	—	12,20	—	—	—	—
1957	4,18	8,19 10,67	—	9,32	—	—	12,51	12,08	—	7,24	12,06	10,45	10,67
1958	—	—	—	—	—	7,76	8,64	—	—	—	—	—	—
Судоходный банк													
1956	—	—	—	—	—	—	—	9,63	2,56 11,42 11,44	—	—	5,29 11,59	—
1957	—	—	—	—	—	5,40	11,59	5,12	1,77	—	4,13 7,88	—	—
1958	—	—	—	—	—	2,41 13,36	12,41	—	—	—	12,34 8,47	—	—

Примечание. 1. В глубоководной зоне в 1958 г. на ст. 1 (глубина 5 м) соленость была 11,68‰, на ст. 2 у поверхности 10,78 и у дна 12,25‰.

2. Повторные результаты на одной и той же станции относятся к разным датам.

района с более устойчивыми показателями солености и значительной прозрачностью в связи с прекращением воздействия мутных вод Куры. Мы специально характеризуем эту зону, так как благодаря значительной выравненности береговой линии на соленость сильно влияет волновая деятельность моря и во время нагонных ветров соленая вода доходит почти до устья реки.

Таким образом, молоди, обитающей здесь, приходится испытывать значительные колебания солености. Мы вылавливали молодь в пресной воде и в воде соленостью до 13,36‰, являющейся результатом ветрового нагона морской воды. Резкие колебания солености (от 0,4 до 11,23‰ и от 2,41 до 13,36‰) наблюдались даже на одной и той же станции, но меченую молодь вылавливали во всех случаях. В 1958 г. в прибрежной зоне Главного рукава ни в пресной, ни в осолоненной воде молодь не была обнаружена.

В прибрежной зоне Судоходного рукава молодь распространялась в течение 1955—1958 гг. на север лишь до протока «Куренок». За этим протоком даже в опресненной воде, несмотря на систематические ловы, молодь не ловилась.

В 1958 г. впервые производили лов в районе Судоходного рукава вблизи Сальянского рейда в прибрежной зоне, но молоди не обнаружили. Ловилась молодь на расстоянии от 10 до 600 м от берега, в основном на глубине менее 1 м. Глубинные разрезы показали, что молодь встречается на глубине до 5 м. На 10-метровой глубине молоди не было. В основном она придерживается плотных песчано-илистых грунтов, иногда песчаных, очень редко встречается на мягких илистых грунтах, образованных так называемым баттаком. По-видимому, она охотно держится в имеющихся на мелководье небольших зарослях zostеры.

ПИТАНИЕ И РОСТ МОЛОДИ ОСЕТРА В ПРЕДУСТЬЕВОМ ПРОСТРАНСТВЕ КУРЫ

Наши данные по питанию молоди осетра в предустьевом пространстве Куры после выпуска с завода в июне—июле 1955—1958 гг. показали, что молодь переходит на питание естественной пищей сразу же после выпуска из прудов.

У мальков, пойманных в 8—12 км от завода ниже места выпуска, пищевой комок состоял из мелких мизид размером 1,2 мм.

В предустьевом пространстве Куры в течение всего периода наблюдений преобладающей пищей по частоте встречаемости и весу были гаммариды. В желудках молоди, пойманной близ устья, найдены *Pontogammarus robustoides* (Grimm) и *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald). Молодь осетра, пойманная в прибрежной зоне предустьевого пространства, питалась *Pontogammarus sarsi* (Sowinsky) и *P.*

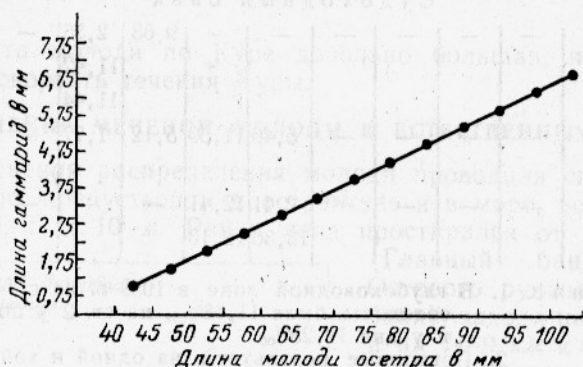


Рис. 12. Соотношение размеров молоди осетра и гаммарид в 1956 г.

abbreviatus (G. O. Sars). Размеры гаммарид колебались от 0,75 до 9 мм, причем более крупная молодь потребляла и более крупных гаммарид (рис. 12).

Существенную роль в питании молоди в предустьевом пространстве играли мизиды: *Paramysis intermedia* (Czern.), *Mesomysis kowalewskyi* (Czern.), *Metamysis grimmeri* (G. O. Sars) и *Paramysis baeri* (Czern.). Другие организмы (циклопы, диапомусы, личинки хирономид и кумовые) встречались очень редко.

По данным 1955—1958 гг., гаммариды в предустьевом пространстве составляли в среднем 91—94% от общего количества потребляемой пищи, мизиды — всего 5,6—9% пищевого рациона мальков осетра.

Средние частные индексы по гаммаридам колебались от 131,2 в 1955 г. до 285,3 в 1956 г., по мизидам — от 9,9 до 18,4. Высокие индексы и степень наполнения желудков и кишечника у меченой молоди осетра свидетельствуют об интенсивном питании молоди в предустьевом пространстве (табл. 7).

Наши данные хорошо согласуются с данными Б. М. Эпштейн [26], отметившей, что молодь осетра в Куре и предустьевом пространстве питается более или менее сходно, но интенсивность питания в предустьевом пространстве выше, чем в Куре. На самых ранних стадиях развития молодь переходит на питание бентосом. Основу ее пищи составляют также гаммариды (в среднем 69% от общего количества потребляемой пищи). Мизиды в 1951 г. играли в питании молоди осетра большую роль, чем в 1955—1958 гг., и составляли 30,8% пищевого рациона молоди.

Таблица 7

Год	Место вылова	Общий средний ин- декс напол- нения же- лудка	Гаммариды		Мизиды		Хирономиды	
			частный индекс на- полнения	%	частный индекс на- полнения	%	частный индекс на- полнения	%
1951*	Предустьевое пространство	292,01	203,11	69,2	88,90	30,8	—	—
1955	Предустьевое пространство	141,1	131,2	92,2	9,9	7,8	—	—
1956	Пруды	209,2	—	—	—	—	110,4	52,77
1956	Предустьевое пространство	299,2	285,3	94	12,78	5,6	0,09	0,06
1957	То же	204,9	186,5	91	18,4	9,0	—	—
1958	"	207,3	195,3	93,8	12,0	6,2	—	—

Продолжение

Год	Место вылова	Дафния магна		Циклопы		Прочие организмы**	
		частный индекс на- полнения	%	частный индекс на- полнения	%	частный индекс на- полнения	%
1951*	Предустьевое пространство	—	—	—	—	—	—
1955	Предустьевое пространство	—	—	—	—	—	—
1956	Пруды	98,7	47,18	0,1	0,05	—	—
1956	Предустьевое пространство	—	—	—	—	1,03	0,34
1957	То же	—	—	—	—	—	—
1958	"	—	—	—	—	—	—

* Естественная молодь, по данным Б. М. Эпштейн [26].

** К прочим организмам отнесены диапомусы, кузовые, встречающиеся в желудках молоди из предустьевого пространства в ничтожных количествах.

Величина общих средних индексов наполнения желудков молоди осетра по группам приведена в табл. 8.

Таблица 8

Группы молоди			Группы молоди		
Средний вес в г			Средний вес в г		
Индекс наполнения			Индекс наполнения		
1957 г.			1958 г.		
Первая	2,73	179	Первая	3,89	170
Вторая	1,0	203	Вторая	1,24	210
Третья	0,547	225	Третья	0,35	225

Из табл. 8 следует, что относительная накормленность рыбы оказывается тем выше, чем к более мелкой весовой группе относится рыба; с другой стороны это свидетельствует о том, что кормовая база в

предустьевом пространстве в период наших исследований не была лимитирующим фактором.

По данным Е. Н. Куделиной [16], в 1950 г. комплекс Gammaridae располагался в самой мелководной зоне на песчаных грунтах, начиная от заплеска и до глубины 2 м. В прикуринском районе зона, занятая комплексом Gammaridae играет, как мы видели это выше, основную роль в биологии скатывающейся молодежи.

По данным за 1936—1938 и 1950 гг. и по нашим наблюдениям в 1955—1958 гг., молодежь, скатывающаяся по Куры, держится в мелководной зоне предустьевого пространства до изобаты 2 м. В комплексе этой зоны основными видами являются гаммариды: *Pontogammarus sarsi* (Sowinsky), *P. robustoides* (Grimm), *Gammarus compressus* (Sars), *G. macrurus* (Sars), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald). Из мизид встречены *Metamysis strauchi* (G. O. Sars), *Mesomysis kowalewskyi* (Czern.), *Mesomysis intermedia* (Czern.), *Paramysis baeri* (Czern.), из кумовых — *Pseudocuma pectinata* (Sowinsky), *Stenocuma gracilis* (G. O. Sars), но и мизиды и кумовые были очень немногочисленны. Кроме ракообразных, в этом комплексе изредка встречаются *Nereis diversicolor*, *Oligochaeta*, но они также малочисленны.

Биомасса этого комплекса в марте 1951 г. составляла 2,5, в июне 1951 г. — 2,3, в январе — 0,3 г/м². По нашим данным за 1957 г., биомасса бентоса в июне была значительно ниже, чем в 1951 г., и колебалась от 0,1 до 0,6 г/м².

Бентосные пробы брали в предустьевом пространстве обоих рукавов на станциях лова молодежи в прибрежной зоне, на глубинах, не превышавших 1 м, и на расстоянии от берега не более чем 50 м. С этой целью использовали обыкновенный скребок, обшитый газом № 115. На каждой станции брали по четыре скребка с определенной площади. Пробу фиксировали 4%-ным формалином, разбирали, определяли до вида и количество организмов пересчитывали на 1 м². Результаты исследований приведены в табл. 9.

Таблица 9

Предустьевое пространство Главного рукава				Предустьевое пространство Судоходного рукава			
дата	номер станции	биомасса бентоса в г/м ²	грунт	дата	номер станции	биомасса бентоса в г/м ²	грунт
26/VI	1 (правый берег)	0,3	Илистый песок	29/VI	3	0,05	Песчаный
				29/VI	6	0,14	.
5/VII	1	0,14	Песчаный				
5/VII	4 (левый берег)	0,6	Песчаный ил	1/VII	1	0,1	Илистый песок
5/VII	6	0,4	То же	1/VII	3	0,02	Песчаный
				1/VII	6	0,13	.
				10/VII	1	0,13	Илистый песок

По последним данным Н. Н. Романовой [20], биомасса основных кормовых организмов была следующей: Gammaridae 0,4 г/м², Corophiidae 0,5 г/м² и Cymatocera 0,3 г/м². Наши данные, полученные в 1957 г. в самой мелководной зоне предустьевого пространства Куры, очень близки к данным, полученным Н. Н. Романовой на глубинах 5 м и больше.

Н. Н. Романова в своей работе не приводит видового состава гаммарид, поэтому мы не можем сопоставить качественный состав орга-

низмов. Однако ее данные о распределении бентоса свидетельствуют о том, что кормовые площади молоди осетра распространяются до значительных глубин, в силу чего подросшая молодь может не только рассредоточиваться вдоль морского побережья, но и уходить на большие глубины.

Рост молоди в предустьевом пространстве Куры хорошо иллюстрируется материалами 1956 г. Из рис. 13 видно, что в предустьевом про-

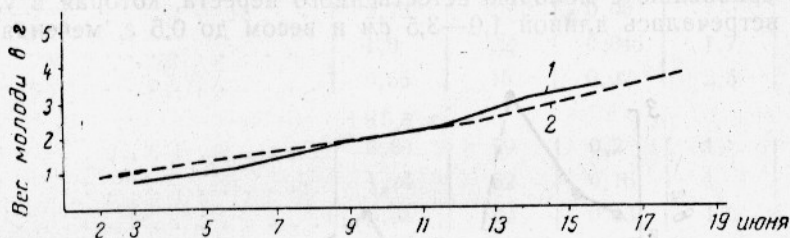


Рис. 13. Весовой рост молоди осетра в 1956 г.:
1—в предустьевом пространстве (меченая); 2—в пруду (немеченая).

странстве молодь росла не хуже, чем в прудах с хорошо подготовленной кормовой базой. Молодь выпускали в Курю при достижении среднего веса 1,2 г. За две недели в предустьевом пространстве вес ее почти утроился. В 1957 г. в Курю была выпущена молодь трех размерных групп. Общий средний вес ее был 1,4 г. Изменение весовых и размерных показателей меченой молоди в 1957 г. в предустьевом пространстве показано на рис. 14, но делать по нему вывод о полной кар-

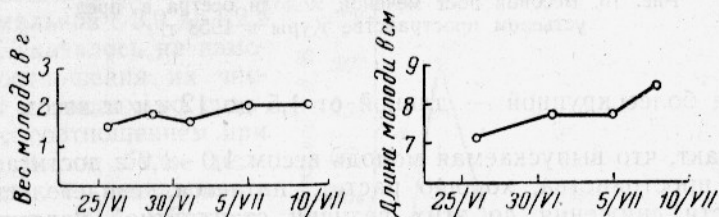


Рис. 14. Вес и размеры меченой молоди осетра в предустьевом пространстве Куры в 1957 г.

тине роста нельзя из-за различного размерного состава рыб при их выпуске.

В 1958 г. также выпускали молодь трех размерных групп, общий средний вес которой составлял 1,82 г.

Общей картины роста молоди, как и в 1957 г., мы не получили в связи с тем, что выпускали молодь, очень разнородную по весовому составу. С 26 июня по 1 июля, т. е. за 5 дней, средний вес выловленной молоди увеличился почти в 1,5 раза (рис. 15). Пунктирной линией на рис. 15 показано снижение среднего веса отловленной молоди. По-видимому, в это время к побережью предустьевого пространства подошла молодь второй группы, а молодь первой группы отошла на более глубокие места. Молодь третьей группы ловилась единичными экземплярами, поэтому проследить за характером ее роста мы не могли.

Не исключена возможность, что при скате молоди по Куре мелкая молодь выносятся течением сразу на стрежень в море. Об этом свидетельствует тот факт, что при тралении в море на стрелке в 1 км от устья в день выпуска молоди были пойманы два малька осетра, один из которых оказался меченым. Длина меченого малька была 60 мм,

вес 0,920 г, т. е. это был малек второй весовой группы. Немеченый малек был примерно такой же величины.

Основываясь на данных 1956 г., можно сказать, что молодь, выпущенная с завода при среднем весе, вдвое меньшем стандартного, в естественных условиях хорошо себя чувствовала и хорошо росла. Об этом свидетельствуют сравнительные данные по темпу роста в предустьевом пространстве и в пруду (см. рис. 13).

По сравнению с молодью естественного нереста, которая в уловах 1956 г. встречалась длиной 1,0—3,5 см и весом до 0,5 г, меченая мо-

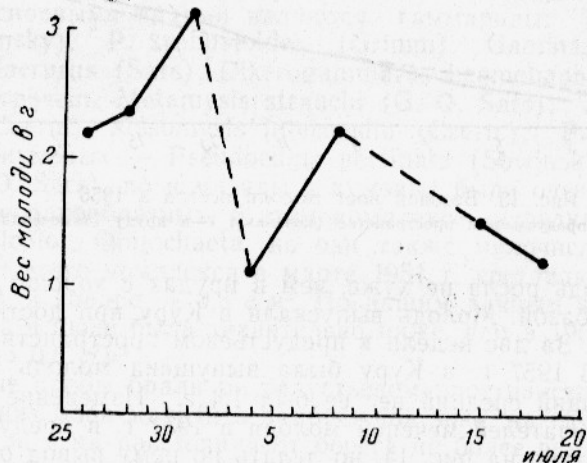


Рис. 15. Весовой рост меченой молоди осетра в предустьевом пространстве Куры в 1958 г.

лодь была более крупной — длиной от 1,5 до 12 см и весом от 0,5 до 4,5 г.

Тот факт, что выпускаемая молодь весом 1,0—1,2 г достигает предустьевого пространства, хорошо растет, питается, свидетельствует о возможности снижения до этих величин стандартной навески.

ИЗМЕНЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ МОЛОДИ РАЗЛИЧНЫХ ВЕСОВЫХ ГРУПП В УЛОВАХ

В течение всего периода исследований в уловах в количественном отношении преобладала молодь средних весовых групп — от 1,0 до 2,0 г.

В 1956 г. за 12 дней было поймано 98 мальков, что составило 0,12% от всей выпущенной молоди.

Соотношение численности молоди различных весовых групп при выпуске и в уловах в 1957 и в 1958 гг. приведено в табл. 10.

Как видно из табл. 10, в уловах наибольшему изменению подверглась численность третьей группы молоди. Если при выпуске она составляла 2,5 по отношению к первой группе, принятой за 1, то в уловах эта величина снизилась до 1,15.

Данные, полученные в 1958 г., аналогичны данным 1957 г.

Крупная молодь в наибольшем количестве держалась у побережья предустьевого пространства в первую пятидневку (до 1 июля) после выпуска с завода (рис. 16), давая максимум численности в уловах в первые двое-трое суток (28 июня). После этого она рассредоточилась по всему морскому побережью и встречалась в уловах единично.

Таблица 10

Группы меченой молоди	Средний вес в г при выпуске	Поймано меченых мальков до 5/VII*		Соотношение групп	
		в шт.	в % от выпущенных по группам	при выпуске	в уловах
1957 г.					
Первая	2,73	13	0,05	1	1
Вторая	1,0	22	0,046	1,7	1,7
Третья	0,55	15	0,02	2,5	1,15
1958 г.					
Первая	3,89	99	0,2	1	1
Вторая	1,24	82	0,16	1	0,8
Третья	0,35	32	0,03	1,6	0,32

* В 1958 г. до 8 июля.

Аналогичные результаты получены для молодежи второй группы, но она дольше встречалась в уловах у побережья предустьевого опресняемого пространства (до 8 июля).

Максимум вылова наиболее мелкой молодежи третьей группы наблюдался несколько позже, но она держалась у побережья предустьевого пространства дольше, чем молодежь двух первых групп. Практически она встречалась в уловах до конца наших наблюдений в основном в опресненных участках. В связи с этим мелкая молодежь легко становится жертвой пернатых хищников или молодежи сома.

Уменьшение веса выпускаемых мальков с 3,9 до 1,2 г в 1958 г. сказалось на изменении соотношения их численности в уловах по сравнению с соотношением при выпуске. Вылов более мелких мальков уменьшился примерно на 20%. Относительная численность мальков третьей весовой группы (средний вес 0,35 г) в уловах снизилась весьма значительно — примерно в 5 раз. Подобное же явление только с менее резким падением относительной численности мелкой молодежи в уловах наблюдалось и в 1957 г. (см. табл. 10).

Таким образом, биологические данные, полученные нами для молодежи осетра средним весом 1 г в период ее ската и жизни в реке и море, дополнились данными по относительной величине ее выживаемости в первое время после выпуска в предустьевое пространство Куры.

Интересные материалы получены Б. М. Драбкиной в 1956 и 1957 гг. по содержанию гемоглобина в крови молодежи осетра, выпущенной с завода. Вне зависимости от принадлежности к первой или второй группе в крови молодежи при выпуске из прудов в среднем содержалось 14,85% гемоглобина (по Сали). В предустьевом пространстве это количество увеличилось в среднем до 22,65%.

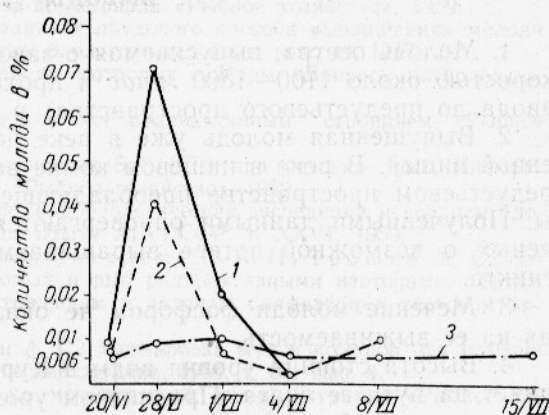


Рис. 16. График вылова в предустьевом пространстве Куры в 1958 г. (в % от выпущенной) молодежи осетра:

1—первой группы; 2—второй группы; 3—третьей группы.

В 1957 г. содержание гемоглобина у молоди, обитавшей в предустьевом пространстве, колебалось от 21 до 43% (в среднем 33%). И в 1956 г., и в 1957 г. было отмечено, что наибольшее количество гемоглобина было у молоди, находившейся в воде с повышенной соленостью. Так, по данным Б. М. Драпкиной, при солености воды до 5‰ содержание гемоглобина колебалось от 12 до 30%, а при солености от 5 до 8,77‰ гемоглобина было от 25 до 40%. Таким образом, у молоди двух первых весовых групп наблюдается адаптация к жизни в соленой воде, к повышенному обмену веществ.

Наше предложение о выпуске молоди средним весом около 1 г хорошо согласуется с высказыванием Б. С. Матвеева [17], который также считал возможным снизить навеску примерно до этой величины.

Важным и интересным является вопрос о возможности снижения навески выпускаемой молоди до еще более низких показателей — до 0,3—0,5 г. Если будут получены новые данные, свидетельствующие об относительно хорошей выживаемости такой молоди, то можно будет принять и эти показатели. Однако у нас в этом отношении нет пока никаких достаточно объективных положительных доказательств. Ошибка в выборе стандартной навески выпускаемой молоди скажется очень нескоро, но она будет трудно поправима, поэтому снижать навеску без достаточно убедительных доказательств не следует. Мы считаем для себя обязательным продолжение начатых работ, но уже путем мечения рыб более долго живущим изотопом (Ca^{45}), чтобы можно было проследить относительную выживаемость молоди различных весовых групп в течение 1—1,5 года, а не 1—1,5 месяцев.

ВЫВОДЫ

1. Молодь осетра, выпускаемая с завода, скатывается по Куре со скоростью около 1100—1800 м/час и проходит расстояние в 20 км (от завода до предустьевого пространства) в течение суток.

2. Выпущенная молодь уже в реке переходит на питание естественной пищей. В реке в пищевом комке встречается много мизид, а в предустьевом пространстве преобладающей пищей являются гаммари-ды. Полученными данными опровергаются высказывания некоторых ученых о возможной потере выращиваемой молодью поискового инстинкта.

3. Мечение молоди фосфором не оказывает отрицательного влияния на ее выживаемость.

4. Высота стояния уровня воды в Куре во время выпуска молоди влияет на пути ее ската. При низком уровне (в 1955 г.) молодь шла в основном по более глубокому, судоходному Зюйд-Остовому рукаву. В годы высокой водности (1956 г.) молодь шла по обоим рукавам, распределяясь между ними более или менее равномерно.

При средних или близких к ним показателях водности (1957 г.) молодь, хотя и идет по обоим рукавам, но по Норд-Остовому, более мелкому рукаву, в значительно меньшем количестве, чем по Зюйд-Остовому.

5. Поведение меченой молоди весом 1 г в природных условиях ничем не отличается от поведения меченой молоди весом 2 г. Более мелкая молодь весьма интенсивно питается, хорошо растет и быстро осваивает осолоненные участки.

6. Относительная выживаемость молоди различных весовых групп, определяемая по соотношению численности рыб различных средних навесок при выпуске и в уловах, свидетельствует о том, что численность молоди весом 1 г (вдвое ниже стандартного веса) в уловах лишь на 20% ниже численности весьма крупной (почти 4 г) молоди и не

изменяется по отношению к численности молоди стандартного веса (2—3 г).

7. Значительно большие недоловы характерны для молоди весом менее 1 г. В 1957 г. при среднем весе выпускаемых рыб около 0,5 г относительная численность их в уловах снизилась в 2,2 раза, а в 1958 г. при среднем весе этой молоди около 0,3 г — примерно в 5 раз.

8. Для условий Куры можно рекомендовать снижение стандартной навески выпускаемой молоди с 2—3 г до 1 г.

9. Благодаря снижению навески можно удваивать посадку молоди в пруды, используя имеющуюся богатую кормовую базу (см. работу И. Ф. Вельтищевой в настоящем сборнике), и использовать хотя бы половину ранее освободившихся прудов для дополнительного тура. В связи с этим количество полученной молоди увеличится как минимум в 2,5 раза, что более чем в 10 раз превысит возможную потерю.

10. Рекомендовать для условий Куры снижение стандартной навески до 0,5—0,3 г у нас нет достаточно серьезных оснований, а риск возможного уменьшения поголовья промыслового стада осетра за счет подобного снижения имеется.

11. Полностью подтвердить правильность намеченного мероприятия можно при использовании более долгоживущей метки (Ca^{45}) с целью наблюдения за молодью в течение 1—2 лет в морских условиях.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Богоявленская М. П., Возможность использования Ca^{45} в качестве метки рыб, «Рыбное хозяйство», 1955, № 11.
2. Богоявленская М. П., Изучение кальциевого обмена с целью использования Ca^{45} в качестве метки для рыб, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
3. Гербильский Н. Л., Второй вариант прудового способа выращивания молоди осетровых, Ученые записки ЛГУ, сер. биологических наук, вып. 44, 1957.
4. Гинзбург Я. И., О биологии молоди осетровых р. Куры, «Вопросы ихтиологии», вып. 9, АН СССР, 1957.
5. Данильченко О. П., Мечение олигохет радиоактивным стронцием, «Рыбное хозяйство», 1957, № 6.
6. Данильченко О. П., Выбор дозировок Sr^{90} (Y^{90}) при мечении рыб, Информ. сб. ВНИРО, № 5, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
7. Жадин В. И., Северо-кавказская гидробиологическая экспедиция и вопросы удобрения рыбных водоемов прудов, Труды ЗИНа АН СССР, т. XXVI, 1959.
8. Жадин В. И., Ильинская Н. Б., Световидов А. Н., Трошин А. С., Задачи и методы маркировки насекомых и рыб радиоактивными изотопами, Труды научной сессии, посвященной достижениям и задачам биофизики в сельском хозяйстве, АН СССР, 1955.
9. Ильинская Н. Б. и Трошин А. С., Маркировка мух и комаров при помощи радиоактивного фосфора, Зоологический журнал, 1954, т. 33, вып. 4.
10. Караваев Г. А., Инструкция по мечению рыб, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1958.
11. Карзинкин Г. С., Шире внедрять методику радиоактивных изотопов в рыбохозяйственную науку и практику, «Рыбное хозяйство», 1955, № 11.
12. Карзинкин Г. С., Солдатова Е. В., Шеханова И. А., Некоторые результаты массового мечения радиоактивным фосфором «нестандартной» молоди осетра, Сб. «Миграция животных», вып. 1, АН СССР, 1959.
13. Кирпичников В. С., Световидов А. Н. и Трошин А. С., Мечение карпа радиоактивными изотопами фосфора и кальция, ДАН СССР, т. 111, вып. 1, 1956.
14. Кичагов А. В., Результаты мечения рыб, «Рыбное хозяйство», 1949, № 8.
15. Кожин Н. И., Итоги и задачи научно-исследовательских работ по воспроизводству рыбных запасов в южных водоемах в связи с гидростроительством, Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства 1951 г., АН СССР, 1953.
16. Куделина Е. Н., Кормовая база молоди рыб предустьевого пространства и ее перспективы в условиях осуществления Мингечаурского гидроузла, Труды конференции по вопросам воспроизводства рыбных запасов р. Куры в связи со строительством Мингечаурского гидроузла, АН Азербайджанской ССР, Баку, 1954.
17. Матвеев Б. С., Прения по докладам, Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства, АН СССР, 1953.
18. Мейен В. А., Пути воспроизводства проходных рыб Волги, Труды ВНИРО, т. 16, Пищепромиздат, 1941.

19. Родина А. Г. и Трошин А. С., Применение меченых атомов в изучении питания водных животных, ДАН СССР, т. ХСVIII, вып. 2, 1954.
 20. Романова Н. Н., Распределение бентоса в среднем и южном Каспии, Зоологический журнал, 1960, т. XXXIX, вып. 6.
 21. Рудаков Н. П., Мечение рыб радиоактивным церием ($Ce^{144}+Pr^{144}$), «Рыбное хозяйство», 1958, № 9.
 22. Садов И. А., Методы инкубации икры и выращивание осетровых рыб в условиях искусственного разведения, Труды Всесоюзной конференции по вопросам рыбного хозяйства, АН СССР, 1953.
 23. Шеханова И. А., Применение P^{32} для мечения молоди осетровых рыб, «Рыбное хозяйство», 1955, № 11.
 24. Шеханова И. А., О возможности усвоения рыбами неорганического фосфора из воды, ДАН СССР, т. 106, вып. 1, 1956.
 25. Шеханова И. А., Изучение фосфорного обмена у молоди карповых и осетровых рыб с применением радиоактивного фосфора, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
 26. Эпштейн Б. М., Питание молоди осетровых рыб реки Куры, Труды конференции по вопросам воспроизводства рыбных запасов р. Куры в связи со строительством Мингечаурского гидроузла, АН Азербайджанской ССР, Баку, 1954.
 27. Rounsefell G., Clark J., How to mark fish, Transaction of the American Fisheries Society, 1943.
-