

**МЕТОДИКА МАССОВОГО МЕЧЕНИЯ МОЛОДИ ОСЕТРА  $\text{Ca}^{45}$   
ЧЕРЕЗ ВОДУ****М. П. БОГОЯВЛЕНСКАЯ**

В течение ряда лет (1955—1958 гг.) на Куринском производственно-экспериментальном осетровом рыбноводном заводе проводили массовое мечение молоди осетра радиоактивным фосфором ( $\text{P}^{32}$ ).

Эти работы позволили проследить за жизнью молоди, выпущенной с завода, в условиях Куры и предустьевоего пространства. Помимо этого, наметилась возможность снизить стандартную навеску выпускаемой с завода молоди с 2 до 1—1,5 г.

Однако радиоактивный фосфор, введенный в организм рыбы, задерживается в теле лишь 2,5—3 месяца [4]. В связи с этим остаются открытыми вопросы поведения и выживания рыб в течение более длительного времени.

Целью настоящей работы явилась разработка методики массового мечения молоди осетра «долго живущим» радиоактивным кальцием с периодом полураспада 152—180 дней. Использование этой метки даст возможность следить за меченой молодью в течение продолжительного времени (1—1,5 года) и подойти к решению вопроса о выживании молоди различных размеров не только в Куре и предустьевом пространстве, но и в море. Длительный период полураспада радиоактивного кальция и локализация его преимущественно в костях, т. е. в сравнительно «инертной» ткани, обладающей довольно медленным обменом веществ, делают этот изотоп очень удобным для мечения различных животных на 1—1,5 года.

Мечение можно проводить по-разному: через корм, через воду и путем инъекции. Для производственных целей при мечении большого количества молоди наиболее приемлемо мечение через корм и воду. Мы остановились на мечении молоди осетра радиоактивным кальцием через воду. Это объясняется тем, что радиоактивность рыб при мечении  $\text{Ca}^{45}$  через корм оказалась значительно меньше радиоактивности рыб, меченных через воду [2].

Низкий процент усвоения  $\text{Ca}^{45}$  из корма (хириноиды) связан с незначительным содержанием кальция в теле этих кормовых организмов.

По данным G. Joshii, N. Watabe, J. Okada [5], при кормлении рыб водорослью (*Spirogyra*), меченой  $\text{P}^{32}$ ,  $\text{S}^{35}$ ,  $\text{Ca}^{45}$ ,  $\text{Sr}^{89}$ , ионы  $\text{P}^{32}$  и  $\text{S}^{35}$  усваиваются в большем количестве, чем ионы  $\text{Ca}^{45}$  и  $\text{Sr}^{89}$ . Авторы объясняют это тем, что  $\text{P}^{32}$  и  $\text{S}^{35}$  входят в состав высокомолекулярных соединений, которые легче усваиваются в пищеварительном тракте, чем  $\text{Ca}^{45}$  и  $\text{Sr}^{89}$ , находящиеся в ионизированном состоянии.

При мечении рыб через воду теми же радиоактивными изотопами наблюдалось обратное явление: в тело рыбы ионы  $\text{Ca}^{45}$  и  $\text{Sr}^{89}$  проникают в большем количестве, чем ионы  $\text{S}^{35}$  и  $\text{P}^{32}$ .

Учитывая наши и литературные данные по мечению молоди осетра через воду и корм, мы пришли к выводу о целесообразности мечения рыбы радиоактивным кальцием ( $\text{Ca}^{45}$ ) через воду. Однако при этом необходимо учитывать роль стабильного кальция, который содержится в природной воде и вносится в нее вместе с радиоактивным изотопом. Как показали опыты, при повышенном содержании в воде стабильного кальция уровень проникновения в тело рыбы радиоактивного изотопа снижается.

Содержание стабильного кальция в воде в мг/л	Поверхностная радиоактивность (средняя по двум рыбам) в имп/мин. на 100 мг (концентрация $\text{Ca}^{45}=38,7 \text{ мкCi/л}$ )
50	1154
70	718
170	387

Как видно из приведенных данных, наибольшая радиоактивность характерна для рыб, помеченных в воде с содержанием стабильного кальция 50 мг/л, а наименьшая — 170 мг/л.

Большое значение при мечении имеет выбор дозировки  $\text{Ca}^{45}$ . Как показали опыты, использование для мечения молоди осетра высоких концентраций радиоактивного кальция нерационально. Так, при концентрации  $\text{Ca}^{45}$  в воде 1000 мкCi/л и содержании стабильного кальция 200 мг/л получается примерно такой же результат, как при концентрации радиоактивного кальция 353 мкCi/л и содержании стабильного кальция 72 мг/л.

Кроме того, при высоких дозировках радиоактивный кальций выводится из организма рыбы [1]. На этом основании мы пришли к выводу о целесообразности использования для длительного мечения молоди осетра концентрации  $\text{Ca}^{45}$  порядка 250—300 мкCi/л при средней жесткости воды.

В случае мечения молоди рыб через воду наблюдается прямая зависимость между сроком пребывания рыб в радиоактивной среде и величиной их радиоактивности (табл. 1). Аналогичное явление отмечено В. И. Жадиным при использовании радиоактивного фосфора [3].

Таблица 1

Продолжительность выдерживания рыбы в растворе в часах	Поверхностная радиоактивность в имп/мин. (средняя по трем рыбам)				
	в день мечения	через 2 дня	через 7 дней	через 12 дней	через месяц
1	496	879	945	413	127
2	1123	1776	1347	630	254
3	1721	—	1786	1026	—
24	19142	—	—	—	—

Из табл. 1 видно, что наибольшая поверхностная радиоактивность наблюдалась при выдерживании рыбы в растворе  $\text{Ca}^{45}$  в течение суток, но для массового мечения такое длительное выдерживание рыб неприемлемо.

Большое значение при мечении молоди осетра  $\text{Ca}^{45}$  через воду имеет содержание стабильного фосфора в воде. Предварительные опыты показали, что при внесении в воду (наряду с радиоактивным кальци-

ем) стабильного фосфора в количестве 10 мг/л радиоактивная кальциевая метка у молоди осетра становится более высокой и прочной (табл. 2). Это можно объяснить тем, что кальций откладывается в костях в виде фосфорно-кальциевых соединений и апатитов. При этом степень закрепления кальция в костях зависит, по-видимому, от наличия фосфора. Недостаток фосфора может сказаться на отложении кальция. Повышая содержание в воде стабильного фосфора, мы тем самым способствуем более прочному закреплению  $\text{Ca}^{45}$  в костях.

Таблица 2

Продолжительность периода со дня мечения	Радиоактивность рыб в имп/мин. при добавлении в воду стабильного фосфора в мг/л			
	0,05	0,5	10	0
В день мечения	144	123	145	139
1 месяц	31	40	70	22
5 месяцев	6	—	17	8*

\* Через 4 месяца.

При мечении через воду рыбу приходится выдерживать в растворе радиоактивных изотопов без протока, что обуславливается вредностью слива радиоактивных изотопов и необходимостью более экономного расходования их в процессе мечения.

Первый опыт массового мечения молоди осетровых  $\text{Ca}^{45}$  на Куринском осетровом заводе проведен в 1958 г. В бассейн ВНИРО (конструкция А. В. Гофмана) диаметром 1 м, объемом 120 л, заполненный радиоактивным раствором, помещали одновременно 6 тыс. шт. молоди осетра средним весом 200 мг. Для удобства отлова меченой молоди в бассейне имеется четыре сетчатых сектора, которые по окончании мечения поочередно вынимают из радиоактивного раствора и вместе с рыбой переносят в смежный бассейн с проточной водой. Через один и тот же раствор было пропущено 55150 шт. молоди. Исходная радиоактивность воды во время мечения составляла 250  $\mu\text{Ci/l}$ , температура воды 22°.

Для получения более прочной метки рыбу желательно выдерживать в радиоактивном растворе не менее 2 час. Это связано со скоростью проникновения  $\text{Ca}^{45}$  и с большей полнотой усвоения его из крови органами и тканями. При 2-часовом выдерживании рыбы усвоение  $\text{Ca}^{45}$ , его перераспределение по органам и тканям идет в среде с определенным содержанием как радиоактивного, так и стабильного кальция. При сокращенных сроках выдерживания рыб процессы усвоения и перераспределения  $\text{Ca}^{45}$  идут в среде с меньшей кальциевой жесткостью, отсюда при довольно высоких первоначальных показателях кальция может наблюдаться слабое его закрепление в организме или вымывание из крови.

Однако весной 1958 г. во время массового мечения ввиду отсутствия проточности воды в бассейне и отсутствия компенсации кислорода за счет диффузии (при повторном использовании одной и той же воды) даже при часовом выдерживании рыб наблюдался недостаток кислорода, накопление продуктов обмена и гибель молоди, которая перед этим покрывается обильно выделяющейся густой слизью.

В связи с таким положением процесс мечения рыбы весной 1958 г. был сокращен до 20 мин., что привело к получению слабой и нестойкой

метки. Через месяц после мечения, перед выпуском в Куру, было просмотрено 100 шт. молоди, и средняя радиоактивность одного малька составила 11 имп/мин.

Малую активность полученной метки можно объяснить не только сокращенным сроком выдерживания, но и пониженным обменом веществ и малым усвоением  $\text{Ca}^{45}$  рыбами при недостатке кислорода и возможностью адсорбции радиоактивного кальция слизью, выделяемой осетрами при отсутствии проточности воды.

Опыт массового мечения молоди осетра весной 1958 г. показал, что для выдерживания рыбы в одном и том же радиоактивном растворе в первую очередь необходима аэрация воды. Для этой цели механик ВНИРО П. С. Арефьев предложил специальную аэрационную установку. Электродвигатель мощностью 50 вт засасывает воду снизу в трубу, а затем разбрызгивает ее через отверстия флейт. В бассейне повышается содержание кислорода, создаются токи воды, предотвращающие образование или способствующие уничтожению уже образовавшейся слизи у рыб. Применение аэрационной установки позволило выдерживать рыбу в радиоактивном растворе в течение часа. Плотность посадки при этом была такая же, как и в первом случае, т. е. 50 шт/л.

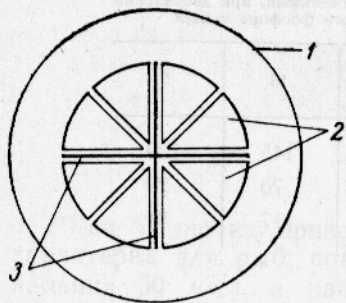


Схема расположения секторов в бассейне:

1—стенки бассейна; 2—секторы;  
3—флейты аэрационного прибора.

Всего было помечено около 70 тыс. шт. молоди осетра.

Однако для получения более прочной метки, т. е. для выдерживания рыбы в радиоактивном растворе не менее 2 час., необходима непрерывная работа аэрационной установки. В связи с этим на последующих этапах работы электродвигатель пришлось заменить более мощным (тип МО-50, 50 вт, 220 в, 1400 об/мин.).

Он был использован весной 1960 г. при массовом мечении молоди осетра. Мечение проходило в круглом бассейне ВНИРО диаметром 1,5 м, с количеством раствора 240 л при радиоактивности его 300  $\mu\text{Ci/l}$ .

Всего было помечено около 70 тыс. шт. молоди (три партии — 13700; 22708 и 33603 шт.) Две партии молоди поместили в одном и том же растворе, а третью—в новом растворе. Молодь содержали в бассейне в течение 2 час. при температуре 20°. В процессе мечения отхода молоди не было.

Сетчатые секторы, в которые помещают молодь, следует делать из оцинкованной сетки и покрывать ее асфальтовым лаком. Переходы между стенками должны быть округлыми, т. е. секторы лучше делать из целого листа сетки. Если этого не предусмотреть, то в щели между стенками будет забиваться молодь, а извлечь ее оттуда при выпуске в бассейн невозможно. Для более эффективного использования площади бассейна сетчатые секторы лучше размещать так, как показано на рисунке. В этом случае в бассейн можно поместить 8 секторов вместо 6 и увеличить нагрузку бассейна во время мечения.

По окончании мечения секторы с молодь помещают в специальный таз, сделанный по размеру сектора из листового железа, и, чтобы избежать стекания радиоактивного раствора, переносят в тазу в бассейн с проточной водой, в котором она отмывается от внешнего загрязнения  $\text{Ca}^{45}$ . Спустя некоторое время молодь отлавливают сачками и переносят в другие бассейны для дальнейшего выдерживания перед пересадкой в пруды. Можно отмывать молодь в бассейне, не выпуская ее из секторов, а затем, помещая секторы в тазы из листового железа,

переносить в бассейны, где она будет находиться до пересадки в пруды. Мы испробовали этот метод при массовом мечении молоди. Он очень удобен своей быстротой, так как не приходится тратить время на отлов рыбы из промывного бассейна. Отхода молоди при этом практически не было. Однако применение этого метода может повлечь за собой некоторое загрязнение других бассейнов. Кроме того, потребуются дополнительный инвентарь (секторы, тазы), чтобы не приостанавливать процесс мечения.

При переносе секторов из бассейна с радиоактивным раствором в бассейн с проточной водой некоторое количество радиоактивного раствора может попасть на края бассейнов. Чтобы предотвратить такое загрязнение, борта бассейна следует закрывать на время мечения клеенкой или хлорвинилом.

### ВЫВОДЫ

1. Массовое мечение молоди осетра  $\text{Ca}^{45}$  следует проводить в непроточных условиях при посадке ее (средним весом 200 мг) от 60 до 100 шт. на 1 л.

2. Чтобы избежать дефицита кислорода и накопления углекислоты, необходимо аэрировать воду.

3. Рыбу следует выдерживать в радиоактивном растворе не менее 2 час.

4. Для мечения целесообразно использовать раствор  $\text{Ca}^{45}$  концентрацией около 300  $\mu\text{Ci/l}$ .

5. Для того чтобы получить более интенсивную и прочную метку при мечении  $\text{Ca}^{45}$  через воду, следует повышать концентрацию стабильного фосфора, внося его дополнительно в воду до 10 мг/л.

6. Для «освобождения» воды от радиоактивного кальция целесообразно использованный раствор  $\text{Ca}^{45}$  перед сбросом в реку пропускать через катионит (КАУ-1)

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Богоявленская М. П., Карзинкин Г. С., Некоторые данные по изучению кальциевого обмена при помощи радиоактивного изотопа  $\text{Ca}^{45}$ , Труды совещания по физиологии рыб 1956 г., АН СССР, 1958.
2. Богоявленская М. П., Изучение кальциевого обмена в целях использования  $\text{Ca}^{45}$  в качестве метки рыб, изд. журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
3. Жадин В. И., Итоги Северо-Кавказской гидробиологической экспедиции и вопросы удобрения рыбоводных прудов, Труды ЗИНа АН СССР, т. XXVI, 1959.
4. Карзинкин Г. С., Солдатов Е. В., Шеханова И. А., Некоторые результаты массового мечения радиоактивным фосфором «нестандартной» молоди осетра, Сб. «Миграции животных», вып. 1, АН СССР, 1959.
5. Joshii G., Watabe N., Okada J., Studies on the Uptake of  $\text{P}^{32}$ ,  $\text{S}^{35}$ ,  $\text{Ca}^{45}$  and  $\text{Sr}^{89}$  in the Tissues of Fish, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, v. 22, № 4, 1956.