

И. Ф. ПРАВДИН

ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ<sup>1</sup>

## 4. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОДОВИТОСТИ РЫБ

Рыбы в сравнении с другими позвоночными животными поражают своей высокой плодовитостью, под которой разумеется количество яиц, или икринок, откладываемых самкой за один нерестовый период. Среди обычных промысловых рыб есть такие, которые за один помет выбрасывают миллионы икринок (угорь, треска), а рыб, выметывающих сотни и десятки тысяч икринок,—множество. Но есть и такие промысловые рыбы, плодовитость которых определяется значительно меньшими количествами икры, вплоть до нескольких сот яиц (ручьевая форель).

Показатели количеств икры могут, до известной степени, характеризовать численность запасов, обеспеченность, сохранение и умножение данного вида. Но только до некоторой степени. Речной угорь выметывает до 10 миллионов икринок, горбуша — менее 2000 икринок, т. е. плодовитость угря в 5000 раз выше плодовитости горбуши. Тот и другой, взятый для примера вид, лишь один раз в жизни оставляет после себя потомство. Продолжительность жизни горбуши очень короткая: всего 1,5—2 года, а угорь живет около 10 лет. Однако едва ли можно сказать, что поголовное количество взрослого речного угря в мировом масштабе в таких же соотношениях больше общего количества горбуши. Сельдь не обладает особо высокой плодовитостью, но в промысле составляет основу мирового рыболовства, а луна-рыба, имеющая плодовитость до 300 000 000 икринок, нигде не встречается стадами.

Следовательно, количественные запасы рыб обуславливаются не только плодовитостью, но и другими факторами: условиями размножения, числом икротетаний, выживаемостью молоди, условиями жизни взрослых рыб, и т. п. Тем не менее, количество откладываемой икры в сохранении вида — фактор весьма существенный.

Установление количеств икры, выметываемых рыбами, необходимо для практических и научных целей.

Зная среднюю плодовитость разводимых рыб, рыбовод, с одной стороны, может составить реально осуществимый рыбоводный план завода или пункта, а с другой,— может более или менее точно установить то количество производителей, которое необходимо для выпол-

<sup>1</sup> Предыдущие статьи см.: Известия Карело-Финского филиала АН СССР. 1949, № 4; 1950, № 3; 1951, №3.

нения рыбоводного плана (плана сбора икры для искусственного оплодотворения).

Знание плодовитости рыб необходимо для суждения об эффективности естественного нереста рыб. При исследовании нереста и нерестилищ количество пришедших на нерестилища производителей и степень (количество) засева нерестилищ икрой должны учитываться как факторы, влияющие на состояние запасов рыб. На определенную нерестовую площадь нужны: определенное количество производителей и определенная густота размещения икры. Учет (достаточно точный) идущих на нерест производителей в некоторых случаях (например, у дальневосточных лососей) возможен. Следовательно, возможно и управлять производителями: в одни реки пропускать больше, в другие — меньше, в зависимости от размеров и условий нерестовых площадей. Направляющая роль в этих случаях принадлежит количественным показателям плодовитости рыб.

Икрой рыб ихтиологу нужно много заниматься при отыскивании мест их нереста и при работах, связанных с прогнозами динамики их стада. Далеко не всегда бывает возможно провести наблюдения над самым нерестом рыб; и о месте и сроке нереста приходится судить по наблюдениям над отложенной икрой. Количественная оценка размножения того или другого вида рыб для данного года может даваться также по наблюдениям над выметанной икрой.

Из советских ихтиологов наблюдениями над икрой морских рыб и методикой этих наблюдений много занимается проф. Т. С. Расс. По методике плодовитости пресноводных рыб особенно много материалов в работах проф. П. А. Дрягина.

Плодовитость рыб может служить отличительным признаком (конечно, не единственным) при расовом изучении рыб. Осенняя кета, выделяемая в особую промысловую и систематическую группу (*Oncorhynchus keta infraspecies autumnalis*), отличается от летней кеты большей плодовитостью.

Методика исследований, связанных с изучением плодовитости рыб, продолжает требовать большого уточнения и детальной разработки. Самый термин «плодовитость» рыб нельзя признать точным, и методы определения ее в отдельных случаях и надобностях применяются различные.

Различают плодовитость индивидуальную или абсолютную, под которой разумеют общее количество икринок, выметываемое самкой за один нерестовый период; относительную — количество икринок, приходящееся на единицу веса самки (на г или кг); рабочую — количество икринок, идущее для целей искусственного оплодотворения (этот термин употребляется в рыбоводной практике).

Понятие *видовая плодовитость* до сих пор остается крайне неопределенным. По смыслу самого термина следовало бы найти то среднее количество икринок, которое тот или иной вид (т. е. самка плотвы, леща и т. п.) может откладывать в продолжение всей своей жизни. Вопрос имеет существенное биологическое значение, так как с ним теснейшим образом связана проблема численности вида. Но среднюю плодовитость вида мы пока можем называть только для тех рыб, которые имеют одно икрOMETание за весь свой жизненный цикл. Если указывается, что самки амурской горбуши имеют от 1090 до 1629, в среднем 1336 икринок, то это среднее, очевидно, можно принимать и за среднюю плодовитость вида. У рыб таких видов, которым свойственно многократное икрOMETание, определение видовой плодовитости (в указанном выше понимании) — дело чрезвычайно трудное, поскольку коли-

чество яиц самок таких видов зависит от размеров и возраста рыб. Тут же нужно принимать во внимание и свойственную многим рыбам потерю производительной способности в старшие возрасты. Время прекращения половой деятельности самок рыб нам очень мало известно. Затем, не все рыбы с многократным икротетанием откладывают икру ежегодно. Для одних рыб это является закономерным процессом, для других обуславливается случайными причинами: быстрое похолодание воды в нерестовые сроки может вовсе парализовать откладывание икры, и рыба в данный год не икрочет. Подобные трудности определения видовой плодовитости преодолимы, если заниматься таким делом продолжительно и на большом материале.

Некоторая ясность в понятие видовой плодовитости рыб внесена С. А. Северцевым<sup>1</sup>, который признавал, что плодовитость, основанная только на подсчете икринок без учета значения других констант, является плодовитостью кажущейся, и предложил особую формулу для определения показателя видовой плодовитости. С. А. Северцев считает, что плодовитость каждой популяции вида определяется наследственными константами размножения, обозначаемыми буквами:

$r$  — среднее число детенышей на пару в год (годовой цикл жизни животных);

$j$  — средняя величина возраста первого плодоношения самки;

$p$  — период между двумя последовательными деторождениями этой самки.

Формула Северцева имеет такой вид:

$$q = (1 + r) \frac{1}{pj}$$

В применении к рыбам  $r$  — индивидуальная плодовитость,  $j$  — возраст при наступлении половой зрелости,  $p$  — период между двумя икротетаниями,  $q$  — показатель видовой плодовитости.

Пользуясь такой формулой, А. И. Ефимова<sup>2</sup> сравнила видовую плодовитость щуки для двух разных районов (р. Обь и Волга). Пример (по Ефимовой):

Район	Число икринок (индивидуальн. плодовитость)	Возраст половой зрелости	Период между двумя нерестами	Показатель видовой плодовитости
Река Обь . . . . .	15 802—21 933	2—3	1	40,8
Река Волга . . . . .	57 600	4	1	13,4

Приведенный расчет показывает, что у волжской щуки показатель видовой плодовитости ниже, чем у обской, хотя индивидуальная плодовитость у волжской выше. Таким образом, повышение видовой плодовитости может идти или через повышение плодовитости индивидуальной, или через более скорые сроки полового созревания, или через многократность размножения.

В области ихтиологической методики формула Северцева еще не получила широкого применения.

Для выяснения индивидуальной плодовитости необходимо, с одной стороны, располагать большим цифровым материалом, с другой — вести

<sup>1</sup> С. А. Северцев. Динамика населения и приспособительная эволюция животных, 1941.

<sup>2</sup> А. И. Ефимова. Щука Обь-Иртышского бассейна. Изв. ВНИОРХ, XXVIII, 1949.

просчет икры надежным способом. Нужно брать икру в стадии наибольшего развития, но вместе с тем до момента ее откладывания, т. е. до наступления икрометания. Икру нужно отбирать у самок различного возраста. При подсчете икры следует вести отдельный учет мелких недоразвившихся икринок, имея в виду, что такие икринки могут остаться невыметанными. Заметим, что вопрос о судьбе мелких икринок окончательно еще не решен. При взятии проб на плодовитость рыб каждую самку нужно измерять; при этом берутся такие длины: вся длина (*ав*), длина тела по Смитту (*ас*), длина тела до конца чешуйного покрова или до корней средних лучей хвостового плавника (*ад*), длина туловища (*од*).

Можно бы ограничиваться показанием и одной из названных длин, но наше предложение брать все четыре длины основывается на том, что при обработке материалов по плодовитости обычно приходится определять и возраст рыб, а при нахождении возрастных размеров рыб разными авторами приводятся разные длины (то длина *ас*, то *ад*).

Кроме того рыба, у которой определяется плодовитость, взвешивается. Затем делается вскрытие рыбы: отбирается вся икра (весь ястык)<sup>1</sup>, взвешивается, и от нее отделяется проба для подсчета. Эта проба не должна быть большой: у лососей достаточно брать 20 г, у других рыб — 10 г, у ряпушки — 2 г (проба взвешивается на аптекарских роговых весах). Проба икры кладется в баночку и заливается слабым двухпроцентным раствором формалина (одна часть формалина на 19 частей воды). В соответствующем журнале делаются записи с указанием наименования рыбы, времени и места ее поимки, орудия лова, степени зрелости, длины тела: *ав*, *ас*, *ад* и *од*, веса всей рыбы, веса всей икры, веса пробы, и оставляются графы для последующего вписывания количеств икринок в навеске и во всем яичнике, а также для показателей возраста.

Мало разработана и сама методика подсчета икринок. Обычно пользуются взятием пробных навесок икры. Нет надобности подсчитывать всю пробу: при одинаковых диаметрах икринок можно у некоторых рыб подсчитывать всего только 0,5—1,0 г, и результат получается хороший.

Сущность методики подсчета икринок заключается в следующем. Более правильные результаты будем иметь, если просчитаем хотя бы у одной самки исследуемого вида всю икру поштучно. Икра освобождается от пленок соединительной ткани и фильтровальной бумагой удаляется излишняя жидкость фиксатора, затем узнается общий вес чистой икры. Икра кладется (без жидкости) в банку и плотно закрывается пробкой, т. к. не закрытая икра за время подсчета может обсохнуть. При подсчете икра вынимается небольшими порциями, которые и подсчитываются с абсолютной точностью. Далее берется несколько навесок различной величины: например, 5 навесок по 0,5 г, 5 — по 1 г,

<sup>1</sup> Укрепившееся в русской ихтиологической литературе название половых желез рыб ястыком, несомненно, взято из практики разделки икры осетровых рыб, когда ястыком называют половую железу самки, хотя в равной степени это название можно относить и к половой железе самца. Более правильно называть половые железы самки яичниками, а половые железы самца — семенниками. Эти два чисто русских термина исчерпывающим образом характеризуют функцию половых желез и самки и самца. В последнее время часто употребляется еще термин гонады; этот термин в равной степени применим к половым железам самцов и самок, т. е. семенникам и яичникам: греческое слово «гони» означает и то, что порождает, т. е. семя, и то, что рождается, т. е. плод.

Возвращаясь к термину «ястык», следует пояснить, что на промыслах ястыком назыв. всю половую железу, т. е. всю икру и все ткани, образующие железу. Товар. известн. под назв. «ястыковая» икра, указывает на продукт, содержащий икру вместе с тканями половой железы.

5 — по 2 г, 5 — по 5 г. Каждая навеска просчитывается также поштучно. Находим среднее количество икринок для каждой пробы: среднее (из 5) для полуграммовой пробы, среднее для граммовой и т. д. Из найденных средних избираем то, которое дает результат более близкий к найденной эмпирической сумме икринок во всем ястыке.

Пример. Поштучный просчет икры во всем яичнике дал сумму 10 000 икринок, вес яичника 50 г. Среднее полуграммовой пробы 113 икринок, среднее граммовой пробы — 200 икринок, среднее двухграммовой пробы — 450, среднее пятиграммовой пробы — 1000 икринок. Находим общую сумму по нашим средним:

По среднему в 0,5 г	$113 \cdot 100 = 11\,300$	икринок
в 1 г	$200 \cdot 50 = 10\,000$	
в 2 г	$450 \cdot 25 = 11\,250$	
в 5 г	$1000 \cdot 10 = 10\,000$	

Наиболее близкие к действительности (т. е. к 10 000) расчеты проб в 1 и 5 г. Следовательно, в данном случае стандартной пробой можно признать просчет икры в 1 г. Можно расчет вести и иначе. Если во всем яичнике 10 000 икринок, а вес яичника 50 г, то на 1 г приходится в среднем 200 икринок: в первой нашей навеске ( $0,5 \times 5$ ) среднее количество икринок на 1 г — 226, во второй — 200, в третьей — 225, в четвертой — 200. Снова видим, что пробы в 1 и 5 г, дают сумму, наиболее близкую к действительности; значит, следует ограничиться просчетом 1 г. Но не всегда и не для всех рыб достаточно принимать стандартной пробой при определении плодовитости ту пробу, которую мы установили только что описанным путем. Н. И. Зырянова<sup>1</sup> затратила огромное количество времени и труда на полный поштучный просчет икринок в 44 ястыках плотвы и затем установила, что для рыб разного возраста следует брать навески икры разные. При определении плодовитости плотвы в возрасте от 4 до 6 лет следует брать навеску в 1,2 г, а для рыб в возрасте с 6 до 9 лет — в 4 г.

Можно бы величину пробы основывать на величине диаметра икры, но это еще требует методической разработки.

Зависимость плодовитости рыб от длины и веса самки доказана многими исследователями. Приведем некоторые примеры.

В упомянутой работе А. И. Ефимовой (1949) дана сводка плодовитости щуки обской (по Ефимовой), волжской (по Киселевичу, 1923) и аральской (по Летичевскому, 1946).

Приводимые данные хорошо иллюстрируют зависимость (увеличение) количества икринок от размеров (от увеличения) рыбы.

Возьмем некоторые цифры (количество икринок для наглядности приводим в тысячах).

Приведенные в табл. 1 данные я выразил по каждой группе в % к общей сумме икринок этих четырех групп, и получилось также очень закономерное нарастание количеств икры в зависимости от увеличения размеров тела рыбы.

Ф. Д. Великохатко<sup>2</sup> на примере днепровского леща установил определенную зависимость плодовитости от длины, веса и возраста рыбы. Семи и восьмилетние лещи имеют наиболее высокую плодовитость. «У лещей более старших возрастов относительная плодовитость про-

<sup>1</sup> Н. И. Зырянова. Плотва р. Вятки. 1951.

<sup>2</sup> Ф. Д. Великохатко. Материалы к познанию леща из р. Днепра. Зоологич. журн., XX, вып. I, 1941.

Таблица 1

## Плодовитость шук и длина их тела

Длина рыбы в см	Средняя абсолютная плодовитость (в тыс.)					
	Объ (п)	% к общему количеству икры	Волга	% к общему количеству икры	Аральское море	% к общему количеству икры
От 21 до 45	13	14,6	31	14,4	13	12,0
"  46  "  50	17	19,1	44	20,5	25	23,2
"  51  "  55	24	27,0	60	27,9	27	25,0
"  56  "  60	35	39,3	80	37,2	43	39,8

грессивно падает, тогда как абсолютная плодовитость прогрессивно увеличивается». Самка 11 лет, весом 4 кг 315 г имела относительную плодовитость 136 икринок (на 1 г веса рыбы), а абсолютная плодовитость ее была 536 530 икринок. Самка 6 лет, весом 413 г, имела относительную плодовитость 201 икринку, а абсолютную — 332 850 икринок. Однако у старых рыб наблюдается и уменьшение количества икры. Ф. В. Крогиус<sup>1</sup> установила, что при одинаковых размерах более молодые особи нерки имеют большее количество икры, чем старые.

Иногда применяется и объемный метод определения плодовитости. В настоящее время он допускается только применительно к подсчету крупной икры, и все же точность подсчета здесь не достигается. В рыбоводстве объемным способом пользуются при счете икры лососевых и осетровых рыб. Взвешивается вся икра, затем берутся 2 или 3 пробы икры, заполняя ими 25 куб. см градуированной мензурки, точно подсчитывается количество икринок в этом объеме сосуда и по этой пробе определяется количество всей взятой из рыбы икры, объем которой известен.

Другой объемный способ подсчета икры подробно описан (по Францу) Е. К. Суворовым<sup>2</sup> и состоит он в следующем. Отделенные от оболочки икринки в семидесятипроцентном спирте помещаются в калиброванный сосуд, закрытый пробкой. Через отверстие в пробке вводится планктонная пипетка Гензена; жидкость старательно взбалтывается для равномерного распределения в ней икринок, и в то же время в пипетку втягивается 0,5—1 см<sup>3</sup> спирта с икринками. Затем проба распределяется с помощью кисточки на черной навощенной дощечке в 10 см<sup>2</sup>, разграфленной на квадратные сантиметры. Полученные путем подсчета цифры записываются на разграфленную бумагу.

Конечно, нужно несколько раз повторить такие подсчеты и исходить из среднего количества. Отсюда нетрудно рассчитать общее количество икринок. Например, берется морская камбала 8 лет, 51 см длины; икринки заключаются в 440 см<sup>3</sup> спирта; в пробе 1 см<sup>3</sup> подсчитано 776 икринок, следовательно, всего  $776 \times 440 = 341\,440$ .

В 1927 г. А. Л. Бенинг<sup>3</sup> предложил производить расчеты так называемого коэффициента плодовитости, понимая под последним отношение

<sup>1</sup> Ф. В. Крогиус. Зависимость численности красной (*Oncorhynchus nerka*) от условий размножения и биологии молоди. 1949.

<sup>2</sup> Е. К. Суворов. Основы ихтиологии, 1948, стр. 334.

<sup>3</sup> А. Л. Бенинг. О плодовитости стерляди. Изв. Саратов. ин-та сельского хозяйства и мелиорации, III, 1924.

произведения всей длины рыбы (в миллиметрах) и веса (в граммах) к абсолютному количеству икринок. Расчет этот ведется по формуле:

$$n = \frac{L \cdot v}{S}$$

где  $L$  — длина всей рыбы,  $v$  — вес,  $S$  — количество икринок.

Интересно было бы применить этот коэффициент при работах по расовому изучению рыб. Трактовка А. Л. Бенинга вопроса о плодовитости рыб (стерляди) крайне привлекательна, так как она допускает возможность теоретического определения количества икринок у измеренных и взвешенных, но не вскрытых рыб, для которых установлен коэффициент плодовитости. Однако для каждого вида рыб этот коэффициент является величиной крайне изменяющейся (от размеров и возраста исследуемых рыб). Поэтому пользоваться им приходится редко.

Работ, где имеются указания о количествах выметываемой икры разными породами рыб, весьма много, но эти указания в своем большинстве относятся к единичным определениям количеств икринок и не дают возможности сделать вывод о тех средних количествах икринок, которые мы называем плодовитостью.

У многих рыб половые железы развиваются не одинаково на обеих сторонах. Кесслер<sup>1</sup> упоминает, что еще Паллас заметил большую объемистость левой половины ястыка над правой у корюшки. Другие авторы этим вопросом почти не занимались. Все же нужно иметь в виду, что в одной и той же половине ястыка размеры икринок не всегда одинаковы, поэтому навеску для подсчета икры следует брать из разных мест и из обеих половинок желез.

При сборе материалов по плодовитости следует учитывать, что среди рыб подмечено порционное откладывание икры, когда рыба в период икрометания откладывает икру в несколько приемов (т. е. порциями). Такое явление было подмечено у сельдей (Киселевичем)<sup>2</sup>, а потом (П. А. Дрягиным)<sup>3</sup> — и у карповых рыб.

К. А. Киселевич, описывая явление порционного икрометания каспийско-волжских сельдей (по материалам 1914 и 1919 гг.), приводит интересные справки по истории этого вопроса, ссылаясь на многих авторов, которые подмечали, что сельди выметывают икру не сразу (Brice, 1898; Antipa, 1905; Павленко, 1914; Вукотич, 1915). Все же приоритет в освещении порционного икрометания сельдей принадлежит К. А. Киселевичу.

Еще большую ясность вопрос о порционном икрометании рыб приобретает в работах П. А. Дрягина, подробно описавшего этот способ икрометания у карповых. Икра таких рыб имеет различную величину. П. А. Дрягин наблюдал, что у густеры перед самым моментом откладывания первой порции икры можно видеть четыре группы яиц с различными диаметрами.

Икра первой порции имеет диаметр преимущественно 0,8—1,2 мм, икра второй порции имеет диаметр преимущественно 0,4—0,6 мм, изредка 0,7 мм, икра третьей порции 0,2—0,3 мм, изредка 0,4 мм.

Вместе с тем среди таких икринок, которые должны быть выметаны в текущем году, есть немалое количество икры с меньшими диамет-

<sup>1</sup> К. Ф. Кесслер. Рыбы С. Петербургской губернии. 1864, стр. 158.

<sup>2</sup> К. А. Киселевич. Материалы по биологии каспийских сельдей. Тр. Астрах. ихтиол. лабор., V, вып. I, 1923.

<sup>3</sup> П. А. Дрягин. Порционное икрометание у карповых рыб. Изв. ВНИОРХ, XXI, 1939.

рами — до 0,1—0,2 мм. Четвертая группа яиц (последняя), по мнению П. А. Дрягина, будет выметана в следующем году и количество икринок, содержащихся в этой группе, нельзя засчитывать в сумму плодовитости рыб.

«При определении плодовитости порционно нерестующих рыб приходится различать плодовитость по каждому отдельному вымету, плодовитость по остаточной икре и общую индивидуальную плодовитость. Последняя может быть определена до начала первого нереста по сумме всех икринок, включая крупные и все мелкие икринки; у особей последующих нерестов, т. е. второго, третьего и т. д. выметов, можно определить лишь остаточную плодовитость по учету крупной и мелкой остаточной икры» (Дрягин, 1939).

Порядок составления ведомости по просчету икры у порционно нерестующих рыб представлен в табл. 2 (стр. 174 и 175).

Ведомость записи плодовитости

№	Время сбора икры	Длина тела рыбы (см)	Вес рыбы (г)	Стадия половозрелости	Вес всей икры
1	24/V 1936 . . . . .	23,1	312	IV <sub>1</sub>	84,6
6	6/VI 1936 . . . . .	16,2	104	IV <sub>2</sub>	10,0
3	2 VI 1937 . . . . .	12,0	36	IV <sub>2</sub>	48

Под относительной плодовитостью понимается, как сказано выше, количество икры (в штуках), приходящееся на единицу веса. Берется общий вес рыбы в килограммах или в граммах, определяется число икринок во всем яичнике, и это число делится на число килограммов или граммов. Имея расчет количеств икры на весовую единицу, можно, но очень грубо, определить по весу рыбы (самки) и количество имеющейся в ней икры. Грубо потому, что количество икры зависит от размера и возраста рыбы и от размера (диаметра) самого яйца.

Упомянутая рабочая плодовитость рыб принимается рыбоводами, и введен этот термин тогда, когда рыбоводы установили, что они не могут получить от самок рыб такое количество способной к оплодотворению икры, которое соответствует индивидуальной плодовитости каждой самки. Да и полученная искусственным путем (или, как говорят рыбоводы, путем «отцеживания») икра по разного рода причинам, среди которых, очевидно, не последнее место принадлежит и несовершенству техники отцеживания, не вся остается живой и годной к оплодотворению. Из этих замечаний можно видеть, что рабочая плодовитость страдает неопределенностью: в руках более опытного рыбовода рабочая плодовитость взятых производителей будет выше, чем плодовитость той же рыбы, но взятой неопытным лицом. Никакой методики для установления рабочей плодовитости рыб пока не разработано, и мало случаев, когда приводятся показатели рабочей плодовитости. У П. А. Дря-

гина<sup>1</sup> есть упоминание, что рабочая плодовитость сига — пеляди около 73% от абсолютной плодовитости.

При описании плодовитости какого-либо вида рыб нужно давать названные выше длины тела, возраст, вес всей рыбы, вес всей ее икры, количество яиц в грамме, диаметр икринок; указывается также количество яиц во всем яичнике. Некоторые авторы указывают относительную плодовитость и, наконец, процентное соотношение веса икры к весу рыбы.

Все эти показатели представляются в табличках, а затем выводятся средние величины.

Даем две наиболее характерные таблицы по плодовитости рыб. Таблица 3 взята из работы Н. В. Горского<sup>2</sup> по плодовитости семги, таблица 4 — из работы М. И. Меньшикова<sup>3</sup> по плодовитости сибирских осетровых.

Таблица 2

порционно-нерестующей рыбы (густеры)

В навеске в 1 г						Всего в яичниках икринок			Плодовитость	
I порции		II порции		III порции		I порции	II порции	III порции	общая	остаточная
колич. икринок	вес (г)	колич. икринок	вес (г)	колич. икринок	вес (г)					
645	0,7	321	0,1	—	—	54,567	27,156	—	81,723	—
выметана	—	2290	—	—	—	выметана	9,160	—	—	9,160
	—	1531	0,7	1284	0,2		7,348	6,163	—	13,512

Сводки по плодовитости рыб различными авторами составляются по-разному. Довольно наглядные таблицы по абсолютной плодовитости приводятся М. А. Летичевским (1946) для 6 промысловых рыб Араль-

Таблица 3

Плодовитость осенней семги (по Н. В. Горскому, 1935)

№ проб	Время и место поймки	Длина тела по Смитту (в см)	Вес рыбы (кг)	Вес ястыков (г)	Возраст (заречной и морской периоды)	Средний диаметр икринок (мм)	Кол-во икринок в яичнике
13	7/IX 1930 Выгоостров	97,0	10,2	69,24	3+3	1,5	23,749
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
	Средние	87,2	7,01	45,43	5+6 лет	1,4	14,960

<sup>1</sup> П. А. Дрягин. Промысловые рыбы Обь-Иртышского бассейна. Изв. ВНИОРХ, XXV, вып. 2, 1948.

<sup>2</sup> Н. В. Горский. Семга р. Выг, ее промысел и биология. Тр. Карельской рыбохоз. ст., I, 1935.

<sup>3</sup> М. И. Меньшиков. К биологии сибирского осетра и стерляди р. Иртыша. Уч. зап. Пермского унив., II., вып. I, 1936.

Таблица 4

Плодовитость сибирского осетра (по М. И. Меньшикову, 1936)

№	Вся длина рыбы (мм)	Возраст	Вес рыбы (г)	Вес всей икры (г)	Абсолютная плодовитость	Относительная плодовитость (на 1 г всей рыбы)	Кол-во яиц (г)	Процентное отношение пса икры к весу рыбы
27	1422	20+	20 400	3 250	281 222	14	89	15,9
26	1447	23+	16 200	2 060	174 131	10	89	12,7
16	1460	24+	24 000	3 600	342 612	14	103	15,0
13	1500	26+	24 000	5 800	419 804	17	77	24,2
14	1500	26+	22 500	3 700	268 546	12	83	16,4
21	1500	23+	24 800	3 540	379 752	14	131	14,2
46	1504	26+	31 000	4 300	217 924	7	60	13,8
28	1509	24+	26 000	4 250	345 653	13	89	16,4

Средние <sup>1</sup>

ского моря (Зоолог. Журн., XXV, вып. 4, 1946). Особенно велик материал по плодовитости щуки: взято 122 экз. щук. Табличку Летичевского приводим ниже. Следует заметить, что названный автор определение количества икры вел по навеске в 1 грамм. Из материалов автора видно, что в одном г икры щуки в среднем 122 икринки, а у чехони — 1494 — 1270 икринок. Если средняя плодовитость щуки определена количеством 17 800 икринок, то просчет икры в одном грамме, равный 122 икринкам, составит только 0,7% по отношению ко всему среднему количеству. У чехони, если за среднюю плодовитость принять даже меньшую из двух показанных, т. е. 1270, просчет икры в 1 г составит 4,4% общей средней, т. е. 29 000. Отсюда можно заключить, что при просчете икры щуки следует брать пробу больше 1 грамма. Приводимая Летичевским табличка плодовитости щуки может служить образцом при работах, когда нужно вскрывать зависимость количества икринок от размера, веса и возраста исследуемого вида рыб. Недостаёт в табличке лишь показателей количества взятых самок каждой категории.

Для собирания в море придонной и пелагической икры применяются специальные орудия; для лова пелагических икринок употребляются специально сконструированные сетки, донную икру ловят мальковыми тралами. Подробное описание такой сетки дается Т. С. Рассом (1939) в его Инструкции по сбору икринок и мальков рыб. Этой инструкцией и следует пользоваться.

Здесь укажем лишь на основные детали конструкции сетки. Сеть состоит из обручей, сетного мешка и стакана. Площадь ее зева равна 0,5 м<sup>2</sup>, общая длина 4 м. В собранном виде сеть представляет собою конус из шелкового газа, висящий вершиной вниз на обруче и поддерживаемый оттяжками. Вершиной конуса является стакан, основанием — вход. Обруч изготавливается из 8—10 мм круглого железа или 12—15 мм железной или латунной трубки и имеет в диаметре 80 см. Сетной мешок состоит из холщевых частей и усеченного конуса из шелкового газа № 15 (15 ячеек на 1 см), длиной 30 см по боку, 252 см по окружности

<sup>1</sup> М. И. Меньшиков средних величин не приводит, но их давать необходимо, особенно, когда количество самок, от которых взята икра, более 10 штук.

Таблица 5

Абсолютная плодовитость щуки (по М. А. Летичевскому, 1946)

Длина тела (см)	Число икринок (в тыс. штук)			Вес тела (г)	Число икринок (в тыс. штук)			Возраст (в годах)	Число икринок (в тыс. штук)		
	миним.	макс.	средн.		миним.	макс.	средн.		миним.	макс.	средн.
21—23	10,6	22,8	17,1	50—150	10,6	24,0	18,8	3	10,6	35,8	23,4
24—26	14,9	25,9	23,8	151—150	15,1	55,7	29,6	4	15,1	36,3	26,9
27—29	15,1	55,7	31,0	251—350	18,8	59,2	37,1	5	18,8	49,3	31,7
30—32	18,9	59,2	35,1	351—450	28,5	59,7	37,4	6	20,4	59,2	41,3
33—35	21,8	59,3	38,0	—	—	—	—	7	36,7	59,7	41,5
Среднее	16,2	44,6	29,0	—	18,2	49,6	30,7	—	20,3	47,9	33,2

основания (входного конца) и 25 см по окружности конца у стакана (верхушки).

Стакан состоит из верхнего кольца, к которому подшивается стаканый поясok сети, из корпуса стакана и обжимного кольца. Стакан изготавливается из латуни. Все снаи делаются серебром. Такой сетью производятся вертикальные и горизонтальные ловы пелагических икринок.

Вертикальный лов делается во время стоянки судна на станции. Прицепленная к тросу чекелем или карабином сеть переносится за борт и к нижнему концу ее прикрепляется груз. Груз осторожно переводят (без рывка) за борт, следя за тем, чтобы он все время висел на оттяжках. Сеть спускают до достижения обручем поверхности воды. Устанавливают счетчик на нуль и отпускают стопор на вьюшки, предоставляя сети идти вниз под влиянием собственной тяжести, изредка регулируя ее спуск стопором. Останавливают сеть, не доводя ее на 5 м до дна. Отмечают по угломеру угол отклонения троса от вертикали и выбирают сеть без остановки со скоростью 1 м/сек. Когда верхнее кольцо сети подойдет к счетчику, стопорят вьюшку и осторожно, поддерживая груз на оттяжках, переносят его и сеть на палубу, следя за тем, чтобы стакан сети все время сохранял вертикальное положение. Затем, расправив сеть, ополаскивают ее снаружи водой из ведра, отцепляют груз и снимают стакан. Низ стакана погружают до трети высоты (чтобы планктон всплыл) в ведро с водой, дно стакана прикрывают снизу ладонью, затем вынимают стакан и быстро выливают его содержимое (через воронку или непосредственно) в банку емкостью 300—500 см<sup>3</sup>.

Горизонтальный поверхностный лов производится на самом малом ходу судна. К обручу сети, на случай ее обрыва, прикрепляют буйрей с буйком, причем, или буйрей должен быть больше глубины или буйек должен выдерживать сеть на плаву.

Прицепленную к тросу сеть переносят за борт и осторожно спускают, пока стакан сети не коснется поверхности воды. Вследствие хода судна сеть оттягивается водой назад. Вытавив 30—35 м троса, стопорят вьюшку, производят лов в течение 10 мин. от этого момента. Ход судна должен быть таким, чтобы верхний край обруча сети шел как раз под поверхностью воды. Судно должно описывать круг, чтобы не менять положения станции.

Через 10 мин. после начала лова судно останавливается, немедленно выбирают сеть и, когда верхнее кольцо ее подойдет к счетчику,

стопорят вьюшку и поднимают сеть на палубу, следя за тем, чтобы стакан сохранял вертикальное положение.

Сеть затем ополаскивают снаружи из ведра, снимают стакан и переносят сбор в банку, как описано выше для вертикального лова.

Приступающие к сбору материалов по плодовитости рыб обычно задают вопрос: какое количество проб необходимо брать. На такой вопрос едва ли можно дать определенный ответ, пригодный для любого случая. Из вышеизложенного о плодовитости рыб видно, что количество икры зависит от длины, веса и возраста рыбы; что размеры икринок у рыб различны; что у разных рыб навески икры для просчета нужно брать разные; что одни исследователи в таких случаях ограничиваются определением плодовитости лишь по нескольким самкам, а другие определяют ее по сотням рыб исследуемого вида. Наиболее правильным будет определять плодовитость по каждой возрастной группе.

Просматривая многочисленную литературу по возрастной группировке рыб в промысле, можно убедиться, что возрастных промысловых групп по отдельным видам рыб обычно небольшое количество: менее 10, часто 6—7 групп. Единичные особи старейших групп не могут влиять на среднюю плодовитость вида. Определение плодовитости таких отдельных самок имеет лишь частный интерес, как показатель максимальных и редких количеств икры.

Исходя из таких соображений, можно брать из каждой возрастной группы по 10 яичников, т. е. всего для каждого вида соберется 100 проб (в том случае, когда возрастных групп 10; в действительности, как уже было сказано, этих групп бывает меньше).

Н. И. Савина<sup>1</sup> пишет, что плодовитость балхашской маринки она определяла по 412 пробам, просчитывая навески в 3 г. При крупной икре (диаметром от 2 мм), действительно, не чрезмерно трудно просчитать и большее количество проб. Но не мало случаев, когда о плодовитости того или другого вида рыб судят по ничтожному количеству проб. Именно по этой причине существуют поразительные расхождения в указаниях плодовитости рыб, приводимых в ихтиологической литературе (особенно в работах прежних авторов).

При больших материалах таблички по плодовитости рыб полезно приводить не только по возрастным группам, но и по размерам тела, так как у многих рыб размер (длина) тела, даже одного и того же возраста, имеет широкий предел колебаний. Для мелких рыб можно указывать количества икры через каждые два сантиметра, для крупных — через 10 см.

Для рыб, икромечущих один раз за всю жизнь (тихоокеанские лососи), таблицы по плодовитости нужно составлять по группам длин тела или по весовым группам.

По отношению к рыбам живородящим (бельдюги, морской окунь и др.) следует вести определение эмбрионов или личинок, находящихся в теле самки. У некоторых таких рыб количество эмбрионов ограничивается десятками и сотнями штук, у других — десятками тысяч. Работ по плодовитости живородящих рыб исключительно мало.

## 5. ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМНОЖЕНИЯ РЫБ (НЕРЕСТ И НЕРЕСТИЛИЩА)

Нерест — важнейший акт размножения рыб. Он заключается в откладывании и оплодотворении икры, от него в значительной мере зависит численность данного вида, и он является главнейшим объектом

<sup>1</sup> Н. И. Савина. Экология и промысловое значение балхашской маринки. 1950.

ихтиологических исследований. Эти исследования должны носить преимущественно экологический характер.

У разных рыб нерест протекает по-разному: у одних очень быстро — в 2—3 дня, у других очень продолжительно (до месяца и более). Одни рыбы нерестуют весной (щуки и большинство карповых), другие — летом (карась, некоторые осетровые и др.), третьи — осенью (большинство лососевых рыб), четвертые — зимой (налим, треска, навага). Наблюдатель должен проследить ход нереста, отмечая его начало, разгар и конец (каждой промысловой породы рыб).

Отдавая должное доверие данным, опубликованным другими исследователями, все же необходимо продолжать сбор материалов о времени нереста. Есть указания, противоречащие общепринятым данным по этому вопросу. Например, всеми считается, что сига откладывают икру осенью или в первой части зимы; о муксуне (*Coregonus muksun*) всюду сообщается, что он нерестует в октябре—ноябре. Но в работе Е. В. Бурмакина (Состав ихтиофауны бассейна Гыданского залива. «Проблемы Арктики», 1938, № 3) указывается, что в Гыданском заливе были обнаружены особи муксуна с текучими половыми продуктами в период с 25 апреля по 3 мая (1936). Такое указание (которому не верить нет оснований) резко расходится с тем, что было известно о времени нереста муксуна.

В 1948 г. Ф. Б. Мухомедияров<sup>1</sup> описал особый подвиг сибирской ряпушки из озер бассейна реки Витима. Главная биологическая особенность такой ряпушки в том, что ее нерест (наблюдался самим автором) протекает не осенью, как у других европейских и сибирских ряпушек, а весной, «обычно со середины апреля и продолжается до первых чисел мая еще подо льдом, при температуре воды в придонных слоях в 0,28°». Приведенные примеры показывают, что по нересту наших рыб исчерпывающих данных еще нет и что нужны более полные сведения.

Все более и более выясняется, что одним из главнейших факторов, сильно воздействующих на икрометание рыб, следует признать температуру воды. Для нереста каждой породы рыб необходима определенная температура, и минимальные температуры, свойственные нересту, ограничиваются малыми пределами. Для начала нереста карася нужна температура 17—18°, для уклей — 15—16°, для леща — 12—13°, для густеры — 15—16° (по наблюдениям П. А. Дрягина над рыбами озера Ильменя). В различных климатических районах подобные показатели могут быть иными.

В практике полевых ихтиологических исследований наблюдательный ихтиолог приобретает много весьма нужных сведений, относящихся к поведению рыб в их нерестовый период. Но часто эти сведения ихтиологами записываются настолько кратко, что по ним можно лишь установить сроки икрометания рыб, но нельзя, бывает, использовать такие сведения для освещения многочисленных, весьма сложных биологических явлений, предшествующих нересту рыб и сопровождающих его. Нужно проследить и подробно описать поведение рыб перед началом нереста (соотношение полов, брачные изменения морфологических признаков, преднерестовое питание, проявление забот о подыскании нерестилищ и т. п.). Еще более необходимо получить материалы по поведению рыб во время самого икрометания (также соотношение

<sup>1</sup> Ф. Б. Мухомедияров. Ряпушка из Ципо-Ципиканской системы озер бассейна реки Витима. Докл. на 1-й научн. сес. Якут. базы АН СССР, 1948.

полов, брачные изменения признаков, питание, брачная игра, процесс откладывания и сохранения рыбами икры и т. п.). Наконец, нужно собрать материал, относящийся к посленерестовому периоду рыб (скатывание рыбы, питание, упитанность, общее состояние здоровья рыб). Наблюдений над нерестом рыб в естественных условиях слишком мало, более полно исследован нерест дальневосточных лососей. Стеллер (Steller), талантливый сподвижник Беринга, двести лет тому назад дал прекраснейшие правдивые сведения о нересте дальневосточных лососей по своим непосредственным наблюдениям (на Камчатке)<sup>1</sup>, затем И. И. Кузнецов и его сотрудники вновь и также обстоятельно проследили нерест той же группы рыб.

Е. М. Крохин и Ф. В. Крогиус<sup>2</sup> провели обстоятельное исследование нерестилищ дальневосточных лососей на Камчатке. Названные авторы приводят гидрологическую характеристику нереста и нерестилищ. Например, горбуша нерестует при скоростях течения от 0,3 до 0,6 метра в секунду, при рН не ниже 7,0.

К. Ф. Телегин<sup>3</sup> дал хорошие сведения об условиях преднерестовых и посленерестовых миграций беломорской наваги.

В последние 10 лет советская ихтиология обогатилась новыми работами по нересту рыб. Отличительная черта этих работ выражается в их экологической направленности. В работе П. А. Дрягина<sup>4</sup> приведена сводка данных о ходе нереста рыб на примере рыб озера Ильмена. Этими данными, как методическим руководством, могут пользоваться наблюдающие нерест и других рыб и на других водоемах. Приводятся показания температур воды, при которых протекает нерест, уровней воды, солевого и газового условий водоема во время икрометания рыб и т. п. Тут же много сведений и о нерестилищах.

Многое можно изучить и понять из биологии нереста рыб, если проводить тщательные и полные наблюдения за рыбами в искусственных, возможно близких к естественным, условиях. Для этой цели нужно больше экспериментировать нерест рыб в садках.

Садки для выдерживания производителей рыб имеют много конструкций; большинство их заимствовано из практики живорыбного (торгового) дела. Большой интерес к садкам возбудила практика рыбоводов, которым приходится выдерживать в садках производителей рыб до их полного созревания. По-видимому, впервые мысль об устройстве садков для выдерживания рыб (производителей) у русских ихтиологов осуществлена в 1909 г., когда И. И. Кузнецов<sup>5</sup>, отказавшись от применения живорыбных садков, построил на одном из протоков р. Амура садки с естественным грунтом. «Перпендикулярно к берегу в два ряда (ширина между ними 6 аршин) на протяжении 10 сажен через каждые 1,5 аршина были забиты колья, толщиной от 2,5 до 3 вершков. Кругом этих кольев с внутренней стороны была протянута на небольших шестах крупноячейная из цинковой проволоки сетка». В садках держалась кета. Названному исследова-

<sup>1</sup> С. П. Крашенинников. Описание земли Камчатки. 1755.

<sup>2</sup> Е. М. Крохин и Ф. В. Крогиус. Очерк бассейна р. Большой и нерестилищ лососевых. Изв. Тихоокеан. н. ис. ин. рыб. хоз. и океаногр., IX, 1937.

<sup>3</sup> К. Ф. Телегин. Зимнее рыболовство Сорокского р-на в 1928—1929 гг. Изв. Ленингр. ихт. ин-та, XI, вып. 2, 1931.

<sup>4</sup> П. А. Дрягин. Половые циклы и нерест рыб. Изв. ВНИОРХ, XXVIII, 1949.

<sup>5</sup> И. И. Кузнецов. Материалы к искусственному разведению кеты на Амуре в 1909—1910 гг. Мат. к позн. русск. рыб-ва, I, вып. 3, 1912.

телю помимо того, что удалось выдержать производителей до полного созревания их половых продуктов, удалось проследить и самый процесс нереста: выметывание и оплодотворение икры, зарывание икры в грунт садка и т. п.

Есть немало и других вопросов, относящихся к нересту рыб. Ежегодно ли нерестуют те рыбы, которым в продолжении их жизни свойственно многократное икрометание? Уже теперь, несмотря на то, что вопрос этот специально исследованию не был подвергнут, накопился значительный материал, указывающий на неежегодное икрометание некоторых рыб. Наблюдения наши над сига́ми показывают, что осенью в нерестовый период можно встретить взрослых сига́в, которые имеют совершенно неразвитые половые продукты. О подобном же явлении писал и С. В. Аверинцев<sup>1</sup>: «Изучение нельмы и сига́вых Лены дали мне определенные указания на то, что нерест, по крайней мере у некоторых видов, происходит вовсе не ежегодно». Не ежегодно нерестуют и те атлантические лососи, например, озерные лососи, которые остаются живыми после первого нереста и будут готовиться к следующему нерестовому периоду. Ладожский озерный лосось после нереста настолько изнуряется и худеет, что нельзя допустить, чтобы он истомленным, спустившись из реки в озеро весной, мог осенью того же года снова идти на нерест (Правдин)<sup>2</sup>.

Насколько развито среди рыб умирание после нереста? Вопрос этот также имеет большое значение. О тихоокеанских лососях общеизвестно, что они погибают после первого же нереста. Но в отношении отдельных особей тех же рыб высказываются мнения, как будто противоречащие этому правилу. Необходимы здесь новые материалы. А. Г. Кагановский<sup>3</sup> детально обсуждает вопрос о возрасте дальневосточной горбуши, о которой до тех пор было одно мнение, что она на нерест идет в реки на втором году своей жизни. А. Г. Кагановский приходит к следующему заключению: в некоторые годы для горбуши могут встретиться такие неблагоприятные факторы, что часть ее стада может настолько отстать в своем развитии, что достигает полового созревания только на третьем году жизни. Материалы А. Г. Кагановского, конечно, не могут быть использованы в качестве доказательства о выживаемости производителей горбуши после нереста.

Широко распространенное мнение о массовой гибели волжской сельди (*Caspialosa kessleri volgensis*) после нереста теперь должно измениться, так как Н. П. Танасийчук<sup>4</sup> привел неопровержимые данные о неоднократном икрометании этой сельди: она может нерестовать до четырех раз в течение своей жизни.

Самый процесс икрометания у одних рыб бывает утром, у других днем, у третьих ночью. Нужно отмечать такие часы для каждой наблюдаемой рыбы. М. И. Тихий<sup>5</sup> наблюдал, что лещ (на озере Черемнецком) нерестовую игру производит рано утром: «В ночь на 15. VI отметили легкие всплески, но в пятом часу утра было установлено

<sup>1</sup> С. В. Аверинцев. Материалы по биологической статистике промысловых рыб в низовьях Лены за 1930 г. Тр. Якут. науч. рыбн. хоз. станции, II, 1933.

<sup>2</sup> И. Ф. Правдин. К материалам по миграциям ладожского лосося. Изв. К-Ф базы АН, № 2, 1948.

<sup>3</sup> А. Г. Кагановский. Некоторые вопросы биологии и динамики численности горбуши. Изв. Тихоокеан. н.-иссл. инст. хоз. океаногр., 31, 1949.

<sup>4</sup> Н. П. Танасийчук. Нерестовые миграции волжской многотычинковой сельди. Тр. Волго-Касп. рыбохоз. ст., X, вып. 1, 1948.

<sup>5</sup> М. И. Тихий. Наблюдения над икрометанием весенненерестующих рыб. Изв. ВНИОРХ, XXI, 1939.

бурление воды вне зоны тростника, т. е. на значительном расстоянии от берега». На этом участке мережи были полны текучими экземплярами леща. Приведенные строки показывают, что научное биологическое изучение над точным временем нереста леща было объединено с практическим ловом леща. Такое сочетание дает более надежные данные, чем устные сообщения рыбаков о том же явлении.

Процесс икрометания семги, по-видимому, происходит ночью. На беломорских реках можно в ночное время при помощи фонаря с сильным светом или при пламени ярко горящих над лодкой дров (смоляных щепок, пней) хорошо пронаблюдать брачную игру рыб, откладывание и оплодотворение икры.

Одни рыбы икру рассеивают или в толще воды или по дну, другие прилепляют к подводным предметам, то в виде жгутиков и лент, то в виде рассыпных яиц. Есть рыбы, которые устраивают гнезда, куда и кладут икру. Гнезда для икры есть у лососей и у колюшки. Есть живородящие рыбы (в наших водах — бельдюга и морской окунь). Все это интересные биологические вопросы. С. Г. Соин<sup>1</sup>, изучив нерест европейского и амурского сомов, пришел к выводу, что европейский сом откладывает икру в виде скоплений, и самец икру охраняет; амурский сом икру разбрасывает на поверхности заросшего травой дна, и самец не занимается охраной икры. В этих особенностях нереста большое биологическое различие между названными двумя видами сомов (*Silurus glanis* и *s. soldatovi*). Заметим попутно, что эти виды сомов имеют и морфологические различия.

Наблюдатель должен выяснить сроки начала нереста и его окончания, отметить время разгара нереста каждого изучаемого вида рыб, помня при этом, что в зависимости от состояния гидрометеорологических условий не только изменяются сроки нереста, но изменяется и самый процесс его. Это особенно хорошо известно о нересте карпа. В Ленинградской области нерест карпа в карповых хозяйствах отмечается в пределах от 19—20 мая до 13—15 июня (Савельева)<sup>2</sup>. В особо холодные годы карп в прудах даже и вовсе не размножается, и подготовленная к откладке икра перерождается и рассасывается. Такое же явление известно и по отношению к сазану в естественных водоемах; несомненно, то же самое можно наблюдать и по отношению к многим другим рыбам.

Приведенные примеры показывают, насколько велико взаимоотношение между нерестом рыб и температурой воды. Совершенно необходимо наблюдать за нерестом при одновременном наблюдении над термикой воды водоема. Но температура не единственный фактор, направляющий икрометание. У многих рыб нерест происходит на лугах, залитых внешними водами и совпадает с наивысшим подъемом уровня воды. А у леща, например, нерест чаще приходится на период спада весеннего половодья. Многие рыбы нерестуют на быстрых потоках воды.

Таким образом, при исследовании нереста рыб неотложно необходимо вести наблюдения не только над поведением нерестующих рыб, но и над температурой воды, и над состоянием уровня ее в водоеме, и над быстротой ее течения, и над другими гидрологическими факторами.

<sup>1</sup> С. Г. Соин. Об особенностях биологии размножения европейского и амурского сомов. Зоол. журнал, № 8, 1947.

<sup>2</sup> В. И. Савельева. Выращивание стандартного сеголетка в сев. районах СССР. Изв. ВНИОРХ, XXIV, 1941.

Помимо дневника наблюдений, куда вписываются ежедневные данные по всем работам наблюдателя, в том числе и по нересту рыб, рекомендуется вести отдельный журнал или ведомость наблюдений за нерестом. Журнал ведется для каждого вида рыб отдельно. Размер и форма журналов по нересту рыб могут быть различны, но для каждого вида рыб нужно указывать: пол и состояние половых продуктов, время поимки рыбы (месяц, день и час), размеры ее (длина и вес), температуру воды (в поверхностном слое и в зоне поимки рыбы), глубину водоема до дна на месте поимки и в зоне поимки. Журнал имеет примерно такой вид:

Год наблюдений . . . . .  
 Наименование рыбы . . . . .  
 Наименование водоема . . . . .  
 Наблюдатель . . . . .

Время наблюдения (число и месяц начала наблюдений, число и месяц конца наблюдений).

№	Пол и степень зрелости	Время поимки			Размеры рыб		Температура воды			Глубина		Примечания
		месяц	число	час	длина	вес	у дна	в зоне поимки	на поверхности	у дна	в зоне поимки	

При обработке журнала по нересту берутся и другие гидрометеорологические сведения из соответствующего метеорологического журнала. Желательно, чтобы в нерестовый журнал с самого начала нереста или еще до наступления этого начала, т. е. с того времени, когда стадия половых продуктов рыбы приблизилась к полному созреванию, но половые продукты рыбой еще не выпускались, ежедневно вписывались нерестовые анализы по 50 экземплярам самок, с разбивкой этого количества по трем основным группам нерестующих рыб (мелкие впервые нерестующие, средние и наиболее старые). По каждой рыбе берется проба чешуи или костей для определения возраста. Возрастная группировка устанавливается и вписывается после обработки возрастного материала. Составление такого журнала за весь нерестовый период по отдельным видам рыб при последующей характеристике их нереста окажет громадную пользу и избавит наблюдателя от тех неточностей и предположений, которые так обычны при описании нереста.

Сроки и продолжительность нереста рыб определяются не только индивидуальными видовыми свойствами рыб, не только гидрологическими факторами, но и общеклиматическими, даже микроклиматическими. Общеклиматические сведения для той местности, где находится изучаемый водоем и изучаемая рыба, не так трудно получить в специальных географических и климатологических книгах и статьях. Кроме того, в нашей стране существует и расширяется сеть метеорологических станций и водомерных постов, где ихтиолог может получить сведения по температуре воздуха и воды и другие метеорологические данные за ряд лет, а также указатели по колебаниям уровня воды. Эти сведения для ихтиолога необходимы. Но при изучении нереста, и вообще биологии

рыб крайне важно знать не только такие общие сведения о всей местности в виде средних годовых и месячных по району или области, но и получить такие же сведения по данной малой местности, — по данному водоему или даже участку водоема, где проходят ихтиологические работы. Поэтому ихтиолог организует гидрометеорологические наблюдения в пункте своих работ и свои наблюдения потом сопоставляет с данными соседней метеорологической станции. При особо важных моментах, например, при наивысшем нересте рыб, при так называемом разгаре нереста, нужно провести круглосуточные (через каждый час) гидрометеорологические наблюдения в пункте ихтиологических наблюдений.

О важности микроклиматических данных для ихтиологических работ можно судить, например, по той сводке о нересте некоторых рыб, которая приведена А. В. Лукиным<sup>1</sup>. Лещ в средней Волге нерестует при температуре воды 10,0—13,5°, в дельте Волги — при 17—20°, в низовьях Дона — при 23—24°. Нам известно, что лещ в водоемах Карелии мечет икру при более низких температурах. О. И. Потапова<sup>2</sup> установила, что нерест леща в карельских озерах протекает при температуре 12—20°. Лещ в водоемах Финляндии, по сводке Валле (Valle)<sup>3</sup> нерестует при 9—18°.

Приведенные примеры показывают, что помимо температуры, есть и другие условия, влияющие на нерест рыб. Большая роль среди этих условий должна принадлежать приспособляемости рыб.

При таких наблюдениях будет получен убедительный материал и по индивидуальной и видовой продолжительности нереста рыб. Понятно, что установление средних сроков нереста рыб и продолжительности нереста может быть получено только при многих и долголетних наблюдениях по различным водоемам. При наблюдениях за нерестом рыб нужно одновременно вести наблюдения и за соотношением полов. У рыб с порционным икрометанием нужно строго следить за началом и концом выметывания каждой порции икры.

В литературе имеются данные о начальных стадиях партеногенетического развития икры рыб (ерша, окуня, плотвы, карася и др.).

Исследование нерестилищ также должно быть поставлено в программу работ ихтиологов. Нужно знать места нереста рыб и изучать их с гидрологической и биологической стороны. Особенно необходимо выяснить степень заполнения нерестилищ производителями.

Ихтиолог должен помнить, что он может оказать существенную помощь в улучшении нерестилищ (выяснить их засоренность), установить возможность расчистки и вообще возможность улучшения нерестилищ.

Насколько велико научно-хозяйственное значение исследований нереста и нерестилищ рыб, можно представить хотя бы по факту длительной дискуссии, возникшей и пока еще не совсем закончившейся, в отношении исследования нереста мурманской сельди. История этой дискуссии весьма поучительна. Написано много даже чисто полемических статей, предложено несколько различных гипотез. Вопрос этот кратко и ясно изложен в статье В. П. Мантейфеля и Ю. Ю. Марти — «Исследование нереста мурманской сельди» (Тр. Полярного инст. рыбн. хоз., IV, 1939).

<sup>1</sup> А. В. Лукин. О роли температурных факторов в процессе приспособления размножения рыб к условиям среды. Зоолог. журн., № 4, 1947.

<sup>2</sup> О. И. Потапова. Условия размножения леща в Миккельском озере. Тр. Карельского филиала АН СССР, 1956. II.

<sup>3</sup> К. J. Valle. Suomen kalat. 1934.

Некоторые исследователи (Рабинерсон, Петров и др.) указывали, что мурманская сельдь имеет нерестилища у берегов южной Норвегии, и молодь ее оттуда сплывает в Баренцево море. Другие (Танасейчук, Месяцев, Макушок, Сомов) полагали, что основная масса мурманской сельди нерестует в самом Баренцевом море. Как видно, оба эти взгляда диаметрально противоположны, и выводы их совершенно по различному должны ориентировать сельдяное хозяйство Мурмана.

В 1938 г. Полярным институтом рыбного хозяйства проведены на исследовательском судне «Персей» три экспедиции, в задачи которых входило отыскание и исследование нерестилищ и личинок сельди, промышляемой в Баренцевом море. Исследовательские работы были поставлены очень широко, серьезно и образцово.

Участвовали в этой экспедиции 12 научных сотрудников и 19 лаборантов, которыми выполнен «комплекс океанологических исследований, т. е. по гидрохимии, гидрологии, планктону, ихтиопланктону, бентосу, составу грунта и ихтиологии». Методика исследований была разработана прекрасно. Рыба добывалась сетями и тралами. Планктон и ихтиопланктон собирался икорными сетками, рингтралами, мальковыми пелагическими тралами Петерсена и планктонологическими сетями Нансена. На каждой станции производилось обычно два лова: вертикальный, от дна до поверхности, и горизонтальный (на малом ходу судна) в слое воды от поверхности до 5 метров. Рингтралом пользовались при косом лове, от дна до поверхности, с последующим поверхностным горизонтальным десятиминутным ловом. При увеличении размеров личинок сельди велись не только косые лова, но также и серийные горизонтальные лова несколькими рингтралами и икорными сетками, прикрепленными к одному тросу на различных глубинах.

Микропланктон собирался батометром Нансена, а также путем зачерпывания воды с поверхности моря ведром. Бентос и пробы грунта собирались дночерпателем Петерсена (размер 0,25 км. м), ножевой драгой, тралом Сигсби, сельдяным оттертралом (попутно) и мальковым придонным бимтралом Расса.

Мы подробно остановились на методике исследования нереста и нерестилищ мурманской сельди, имея в виду, что этот инструктивный материал может быть использован при организации и других подобных исследований, например, при исследовании беломорской сельди.

Экспедиции Полярного института установили, что «основная масса сельди Баренцева моря нерестится на лофотенских нерестилищах», причем, авторы замечают, что нельзя отрицать возможности нерестования менее значительных количеств сельди и в Баренцевом море в фиордах Мурманского побережья. Несомненно, как говорят авторы, «...что с лофотенских нерестилищ молодь сельди ежегодно вносится в Баренцево море, что и обеспечивает устойчивость запасов сельди в этом море».

Большие затраты средств и труда на такое исследование оправданы прежде всего тем, что поставленный вопрос настолько полно освещен, что едва ли нужно новое решение его. Без такого исследования продолжались бы частичные работы, на которые нужно тратить в общем не менее средств, и результаты которых едва ли могут быть полноценными.

Нерестилища, под которыми понимаются точно, в определенных топографических границах, площади дна или поверхности водоема, где происходит икрометание того или иного вида рыб, обозначаются

на карте водоема и записываются показатели площади (длина и ширина в метрах, площадь в кв. метрах или километрах). Дается батиметрическая карта нерестилищ, основные сведения по газовому и солевому режиму, по планктону и бентосу, по грунтам, по составу рыбного населения, обитающего или встречающегося на нерестилище, по водной растительности.

У морских рыб с демерсальной, опускающейся на дно, икрой обычно нерестилища велики, велики нерестилища и морских рыб с пелагической икрой. В том и другом случае, и особенно во втором, чрезвычайно трудно очертить точные места нереста. А при пелагической икре, когда выметанная икра разносится ветровыми и постоянными течениями моря, нередко и вовсе невозможно точно назвать эти места. Тут приходится пользоваться косвенными показателями: нахождением скоплений плавающей икры и степенью ее развития.

У рыб, откладывающих икру в речных и озерных водоемах, нерестилища обычно невелики и занимают они довольно определенные площади, размеры которых легко установить.

Определение размеров нерестилищ необходимо для того, чтобы знать, насколько обеспечивают существующие нерестилища нормальное размножение рыб данного водоема. У проходных рыб, например, у дальневосточных лососей, наблюдается иногда такое переполнение нерестилищ производителями, что позднее пришедшим производителям не остается свободного для откладывания икры места, и они вынуждены бывают раскапывать (разорять) гнезда с икрой, положенной ранее нерестовавшими рыбами. Выброшенная из разоренных гнезд икра попадает в быстрый речной поток и, очевидно, погибает. Переполнение нерестилищ производителями должно отрицательно воздействовать и на результаты размножения. Вполне естественно, что при переполнении нерестилищ производителями может получиться численность молоди меньшая, чем даже при слабом заполнении нерестилищ. Зная площадь нерестилищ, можно подсчитать, какое количество производителей наиболее целесообразно допускать на нерестилища.

На речных водоемах такая операция вполне возможна.

П. А. Дрягин<sup>1</sup>, много занимающийся исследованием нерестилищ и нереста пресноводных рыб, в своих работах приводит ценные методические советы по изучению нерестилищ. Такие же полезные указания можно почерпнуть и из упоминавшейся мною работы Дрягина — «Половые циклы и нерест рыб» (1949). Главнейшие сведения, которые нужно, по Дрягину, приводить при описании нерестилищ, следующие. Излагаем по Г. В. Никольскому<sup>2</sup>.

1) Мелководные нерестилища, глубиной от 0 до 50 см, обычно 20—40 см. Икра здесь откладывается обычно недалеко от дна. Подобные нерестилища свойственны плотве, язю, синцу, окуню, густере и некоторым другим рыбам. Они удобны для непосредственного осмотра и благодаря этому могут быть наиболее подробно описаны. Пробы грунта и растительности здесь можно брать прямо рукой. Можно с успехом закладывать пробные площадки для учета количества зарослей. Стратификация, как правило, отсутствует, поэтому можно пробы для определения содержания газов брать в одном

<sup>1</sup> П. А. Дрягин. Основной метод исследования нерестилищ озерных рыб. Рыбное хозяйство СССР, № 12, 1938.

<sup>2</sup> Г. В. Никольский. Инструкция по инвентаризации фауны рыб в заповедниках. Научно-метод. записки Гл. упр. по заповедникам. 1939.

горизонте. Основные орудия, которыми приходится пользоваться при обследовании подобного типа нерестилищ, это — скребок, железные грабли, сачок из частой сетки (лучше всего мельничный газ и сетка Кори).

2) Нерестилища поверхностного слоя воды или «условно мелкие» нерестилища, где икра откладывается на субстрат, расположенный в поверхностных слоях воды при глубине места до 2 м и более. Так же, как и предыдущий тип, эти нерестилища поддаются непосредственному обозрению, но учет растительности, обследование грунта и гидрохимические работы на них усложняются. Для учета растительности приходится применять или зарослечерпатель Липина, или какой-либо другой прибор подобного же типа. Пробы грунта приходится брать или при помощи лота Воронкова, или дночерпателем. Определение кислорода, углекислоты и других гидрохимических элементов приходится вести в нескольких горизонтах.

Сборы граблями и скребком здесь мало что дают, и основными орудиями являются сетка Кори и сачок; последний лучше делать четырехугольным, определенной площади, тогда он будет пригоден и для количественных сборов.

3) Приглубые нерестилища с глубинами от 70 см до 2 м и более. На таких нерестилищах мечут икру снеток, ерш и другие рыбы с демерсальной (тяжелее воды) икрой. В отличие от других первых типов, эти нерестилища не поддаются непосредственному наблюдению. Для их обнаружения обыкновенно приходится пользоваться каким-либо тралящим орудием лова, вроде драги или маленького бимтрала.

Для учета смытых икринок и плавающих личинок необходимо пользоваться сеткой Кори и различными планктонными сетями. Вообще, этот тип нерестилищ наиболее трудно поддается обнаружению и изучению. Особенно трудно проведение количественного учета, для которого в некоторых случаях, когда в нерестилище уже обнаружено и примерно определена его площадь, возможен учет при помощи дночерпателей. Дночерпателем можно пользоваться только на нерестилищах с мягким грунтом и с не очень густой растительностью.

Интересны выводы П. Г. Малашенко, проводившего гидрологические наблюдения над нерестилищами рыб озера Ильменя. Снеток откладывает икру на глубине не меньшей, чем удвоенный показатель прозрачности воды по диску Секки. Причина этого, нужно полагать, в избегании действия света, который нарушает развитие икры снетка. Нерестилища снетка приурочены обычно близко к береговой линии, к поднятым частям берегового вала, богатым корнями осок, приносами отмерших стеблей осок и мха.

Исследование всех условий размножения рыб, их нереста и нерестилищ должно занимать в ихтиологических работах первенствующее место, так как без этого невозможно правильно и полно осветить вопрос о состоянии запасов рыбы. Если нерест промысловых рыб не обеспечен хорошими нерестилищами, нельзя ожидать, что рыбные запасы останутся на высоте. Обмеление водоема, естественное или искусственное, ухудшает и вовсе уничтожает нерестилища. Известны случаи, когда в подобных условиях рыба принуждена бывает класть икру в такие места, где развитие икры не может проходить нормально, или даже рыба вовсе не выметывает половых продуктов. Такое явление наблюдалось многими ихтиологами. Материалы по этому поводу можно найти в статье Г. В. Никольского и П. Н. Морозовой (Зоолог. журн., XXV, № 4, 1946).

Следовательно, ихтиолог, занимающийся изучением нереста рыб и знающий, что нерестом определяется состояние рыбных запасов, не ограничивается только научной, биологической стороной этого явления; он вместе с тем находит и практические меры для того, чтобы производители свободно проходили на нерестилища, чтобы последние соответствовали требованиям нерестующих рыб. Такая практическая сторона исследований нереста и нерестилищ нередко бывает даже более нужна, чем подробное (тоже необходимое) изучение всех процессов размножения.

## 6. ИЗУЧЕНИЕ МОЛОДИ РЫБ

Понятно, что количество и качество молоди служат своего рода индикаторами состояния запасов всего стада данного вида рыб. Обилие хорошо подросшей молоди обеспечивает большое количество взрослых рыб и при том рыб с хорошим темпом роста, поскольку хороший рост молоди в первые годы благотворно влияет на рост рыбы в последующее время. Однако эта закономерность проявляется только при известных условиях. Рыбоводные опыты наглядно показывают, что даже при самых оптимальных условиях питания молоди количество ее в водоеме нередко бывает крайне ограничено. Какая же здесь причина?

При работах по выращиванию сазана в пойменных водоемах нами наблюдался случай, когда отсаженные в очень кормное, но не освобожденное от хищников озерко мальки сазана в количестве 80 000 штук были очень быстро уничтожены молодыми судаками и щуками. При осеннем облове сазан был обнаружен в совершенно ничтожном количестве, вернее, сазана вовсе не было. За этим опытом велись тщательные наблюдения. Причина гибели сазана была налицо, так как вскрытия судаков и щук указывали на колоссальное уничтожение сазанчика этими хищниками. Такое же точно явление, несомненно, бывает и во всех подобных водоемах. Степень выедания молоди хищными рыбами очевидна, но пока она почти не учитывается никакой статистикой, пользуясь которой можно было бы выражать подобные факты в цифрах. Тут необходим серьезный эксперимент. Приведенный выше наш опыт имеет крупнейший дефект: мы учли в точных цифрах жертву (мальков сазана), но не учли истребителей (судаков и щук). В правильном эксперименте необходимо иметь учет мальков и хищников, и только после этого можно вести общие расчисления о коэффициентах выживаемости молоди рыб.

Могут быть и другого характера случаи. При огромном выходе молоди может возникнуть у нее недостаток в пище, способный привести эту молодь к полной дистрофии и даже к массовой гибели. Это также часто наблюдается в пойменных водоемах с тем же сазаном. Слабое питание молоди лососей в речной период их жизни объясняют недостатком корма. Возможно, что и там недостаток в пище является причиной гибели какого-то процента молоди. Однако и тут недостает бесспорных экспериментальных данных.

Таким образом, случаи высокой урожайности молоди рыб не всегда приводят к высокому состоянию стада взрослых рыб. Ихтиологу придется много и экспериментировать в данном вопросе, и много наблюдать непосредственно за происходящими в водоеме жизненными явлениями. При обильном и слабом урожае молоди нужно распознать причины избытка и скудости урожая. Эти причины не ограничиваются вышеуказанными факторами (отсутствием или избытком хищных рыб или пищи): хищники из мира беспозвоночных, паразиты, болезни — все это находится в теснейшей связи со стадом рыб и прежде всего со стадом

молоди рыб, и все это требует особо тщательных наблюдений и учета. Если так понимать задачи исследований молоди рыб, то начало этих исследований следует возводить к исследованиям развития посеянной рыбами икры в водоеме, потому что расплод молоди является прямым следствием условий нереста.

Изучение биологии молоди необходимо и для мероприятий по воспроизводству рыб. Непосредственных наблюдений за молодью рыб пока мало. О росте ее мы больше судим по структуре чешуи, чем по наблюдениям в природе. Следует ставить специальные работы (темы) по наблюдениям над жизнью молоди и сопровождать те наблюдения исследованиями экологического порядка (гидробиология и гидрология должны здесь занять существенное место). Современное рыбоводство требует выращивания молоди разводимых рыб, и успех этого будет тем эффективнее, чем полнее мы узнаем биологию молоди.

Большой проблемой нужно признать изучение систематики молоди рыб. Нельзя изучать молодь лосося, не умея отличить ее от молоди форели, т. е. совсем другого вида рыб.

Теперь, когда вопрос видообразования трактуется столь глубоко, когда различие или сходство признаков живых организмов отыскиваются не только на взрослых и не только на молодых организмах, но даже во внутренней структуре их клеток и тканей, изучение молоди рыб, начиная с развития эмбриона, личинки, малька, сеголетка и кончая более поздними стадиями (вплоть до наступления половозрелости), имеет все основания стать существенной ихтиологической работой.

Изучение признаков эмбриона и личинки рыб ведется приемами, при которых необходим микроскоп.

Изучение рыбьей молоди давно привлекло внимание ихтиологов. Русскими ихтиологами в 1904 г. была создана специальная комиссия в составе Н. М. Книповича, И. Н. Арнольда и Н. А. Бородина, которая разработала и предложила («Вестн. рыбпром.», 1904, № 7, стр. 446—449) инструкцию по собиранию и изучению рыбьей молоди. Авторы инструкции рекомендуют вести аквариумные наблюдения над изменением «внешнего облика малька при его развитии» и указывают, что для видового определения мальков должно быть применимо искусственное оплодотворение и вывод молоди рыб из икры.

Систематическая и серьезная работа по исследованию молоди рыб у нас начата в Астраханской ихтиологической лаборатории В. И. Казанским еще до революции. Эту работу он ведет и в настоящее время. С 1915 г. Казанский опубликовал несколько научных работ по молоди рыб; особенно привлекают наше внимание следующие: «Материалы по развитию и систематике личинок карповых рыб» (1915) и «Этюды по морфологии и биологии личинок рыб нижней Волги» (1925).

На второй конференции научных работников по рыбному хозяйству (1932) была выработана и предложена для пользования следующая условная номенклатура категории молоди рыб: 1) личинка — от момента выхода из икры до сформирования общей формы данного вида; 2) малек — послеличиночная стадия с более или менее выраженным чешуйным покровом и с начала дифференциации видовых признаков; 3) сеголеток — вполне сформировавшийся малек (обычно со второй половины первого вегетационного периода).

А. М. Шуколюков (1932)<sup>1</sup> привел морфологические и биологические данные по молоди рыб р. Урала.

<sup>1</sup> А. М. Шуколюков. Рост молоди рыб из низовьев р. Урала в 1927 г. Изв. ВНИОРХ. XIV. 1932.

Многое сделано по методике исследования молоди рыб Т. С. Рассом, которым составлены инструкции таких исследований (Инструкция по сбору и обработке сборов икринок и мальков рыб, 1935) и даны указания по орудиям и способам лова рыбьей молоди.

Т. С. Расс различает следующие фазы, или стадии, развития рыб: а) фаза личинки («характеризуется наличием желточного мешка»); б) фаза неоформившейся личинки («характеризуется отсутствием желточного мешка и отсутствием лучей в спинном и анальном плавниках»); эта стадия длится от момента всасывания желточного мешочка до появления лучей в спинном и анальном плавниках; в) фаза оформившегося малька («характеризуется наличием лучей до появления чешуи»).

Описанные Рассом фазы изображены на рисунках.

Позднее (в 1946) Т. С. Расс предложил более определенную номенклатуру стадий развития рыб и дал шкалу стадий. Он различает две категории ступеней развития: фазы и стадии. Четыре основные фазы мальков: 1) икринка (ovum), 2) предличинка (praelarva) или личинка с желточным мешком, 3) личинка (larva) и 4) малек (juvenis), обычно сеголеток. Эти четыре фазы существенно различаются между собою морфологически и экологически. «Фаза личинки длится от момента резорбции желтка до окончания метаморфоза, обычно совпадающего с появлением чешуй на боках тела»; фаза малька или молоди начинается после окончания метаморфоза и длится до наступления половозрелости.

В работе М. И. Рыженко<sup>1</sup> имеется ряд полезных сведений по изучению личиночных и мальковых стадий сельди (мурманской). Пелагических личинок сельди ловили икряными (диаметр зева 1 м) и планктонными (диаметр зева 0,5 м) сетями путем вертикальных (от дна до поверхности) и горизонтальных обловов. Икра и придонные личинки ловились мальковым тралом Расса. Затем применялись драги с газовой сеткой внутри и дночерпатели. Мальки в губах ловились тяглыми мальковыми неводами с ячеей в 4—5 мм и наживочными неводами с такими же размерами ячеей в кутке. В открытых частях моря употребляли 6-футовый оттертрал с ячеей в 8—10 мм, пользовались также рингтралами с ячеей в 4—5 и 6—8 мм с диаметром круга в 1,5 мм.

Н. В. Европейцева<sup>2</sup>, занимаясь постэмбриональным морфогенезом трех форм ладожских сигов (волховского, свирского сигов и сига лудоги), выращиваемых в прудах, делает разграничения стадий развития по морфологическим признакам личинок сигов (с момента выклеывания до появления чешуи). Предлагаемая Европейцевой схема распознавания сигов, ранее разработанная ею для личинок налима (1946)<sup>3</sup>, приложима и для большинства пресноводных рыб.

I стадия. Стадия желточного мешка, с момента выклеывания и до полной резорбции желточного мешка. Характеризуется наличием пассивного питания.

II. Стадия начала формирования хвостового плавника. Начинающий формироваться хвостовой плавник представлен скоплением мезен-

<sup>1</sup> М. И. Рыженко. Личинки и мальки мурманской сельди. Сборник в честь Н. М. Книповича, 1939.

<sup>2</sup> Н. В. Европейцева. Морфологические черты постэмбрионального развития сигов. Тр. Лаборатории основ рыбоводства, II, 1949.

<sup>3</sup> Н. В. Европейцева. Личиночный период налима. Тр. Общ. естествоиспыт. XIX, вып. IV, 1946.

химных элементов вокруг конца хорды или первыми гипуралии и продолжается до начала загибания вверх уростиля.

III. Стадия образования симметричного хвостового плавника и окончательного формирования лучей во всех плавниках.

IV. Стадия предмальковая: после сформирования плавниковых лучей и до появления чешуй.

Номенклатура стадий личиночного периода, предлагаемая Европейцевой, немного разнится от номенклатуры Расса (см. выше). Поэтому при подобных работах нужно ссылаться на автора, методика которого принимается. Европейцева подробно описывает каждую из четырех принимаемых ею стадий постэмбрионального развития сигов. Работа Н. В. Европейцевой снабжена хорошими рисунками личинок сигов. Этими рисунками можно пользоваться как определителем для распознавания нескольких форм ладожских сигов. Подобные исследования необходимо продолжить.

Успех упомянутого выращивания разводимой на рыбоводных заводах молоди ценных промысловых рыб всецело определяется степенью изученности биологии молоди этих рыб в естественных условиях.

Лов личинок требует специальных орудий. Интересующиеся могут найти соответствующие указания в работах Т. С. Расса и других авторов, занимающихся исследованием мальков и икры.

Лов настоящих мальков, т. е. рыбок, у которых желточный мешок уже воссался, производится сеткой Кори 150 см длины, 60 см вышины, из шелковой материи (№ 4) или, в крайности, из конгресс-канвы, с ячейей 2,5 мм. В конце сетки прикрепляется металлический станок с шелковым стаканом. Сетка Кори бывает пригодна и для лова личинок рыб. Кроме сетки Кори допускается применение мальковых кругов диаметром не менее 1 м из указанного выше материала и салазочных тралов.

Сетка Кори выставляется на течение обязательно на определенное время: 5, 10, 15 или 30 минут, в зависимости от обилия мальков, считая достаточным залов 150—200 штук. Спускается сетка под поверхность воды так, чтобы верхняя подбора была на поверхности, причем нижнюю подбору следует пригрузить свинцом или ташами (каменными грузиками).

Особенно долго держать на лову или тянуть мальковое орудие лова нет надобности: обычно достаточно 10 минут, чтобы обнаружить молодь рыб в ловушке; а при более продолжительном лове мальки выходят из сетки.

Употребляются и такие орудия, как гельголандская сеть с распорной доской и пелагический оттертрал. Описание гельголандской сетки имеется в книге Д. Джонстона — «Условия жизни в море» (перевод Н. М. Книповича, 1919).

В последнее время методика лова мальков рыб хорошо разработана и описана во многих статьях проф. Т. С. Рассом. В специальной инструкции<sup>1</sup> Расс дает подробные описания и рисунки малькового оттертрала, малькового бимтрала, рингтрала, малькового трала Петерсена и мальковой лампы.

Мальковый оттертрал употребляется для лова придонных сеголетков рыб. Материал сети — хлопчатобумажная дель № 20/9, мотня с ячейей в 5 мм, задняя часть матицы с ячейей в 8 мм, другие части имеют ячейю 12 мм. Длина трала от середины верхней подборы до начала

<sup>1</sup> Т. С. Расс. Инструкция по сбору питания и мальков рыб. 1939.

мотни 6,5 м. Длительность траления 15 мин. при малом ходе судна (1—2 мили в час). Конструкция трала Рассом представлена на чертежах.

Мальковый бимтрал, сконструированный Рассом, ловит доннопелагические икринки и личинок рыб. В инструкции дано подробное описание устройства этой ловушки. Лов продолжается 5 мин. при среднем ходе судна.

Рингтрал и трал Петерсена ловят пелагических личинок и мальков рыб.

Лампара рекомендуется для лова пелагических и донно-пелагических сеголетков рыб.

Подробности о названных мальковых ловушках (детали и способы их изготовления) излагаются по инструкции Расса.

Лов мальков следует производить раз в 9 дней, причем кроме дневной добычи весьма важны лобы в темное время, поздно вечером и ночью, когда иной раз бывают наиболее удачные и разнообразные заловы.

Интересно вспомнить, что долгие поиски мальков (начиная с личинок) сельди черноспинки у г. Саратова увенчались успехом лишь тогда, когда лов этой молодежи стали производить вечером. По этому поводу Б. И. Диксон («Результаты наблюдений над биологией черноспинки в 1905 году», «В. Р.», № 11, 1905), занимавшийся исследованием сельди, писал: «все дневные лобы (молоди сельди — *И. П.*) до заката солнца были или абсолютно безрезультатными, или же давали одного-два малька, несмотря на многочисленные опускания сетки». С заходом солнца мальки «...внезапно появлялись в верхних слоях воды, и это появление обязательно совпадало с появлением лептодоры (*Leptodora kindtii*), поднимающейся с глубины на поверхность только при затенении плеса с закатом солнца».

У В. С. Танасийчук<sup>1</sup> есть сообщение о лове молодежи воблы. Молодь воблы ловили волокушей. Первое время среднюю часть волокуши делали из конгрессканвы, а крылья — из килечной дели. В дальнейшем вся волокуша была сделана из конгресс-канвы. Позднее эта волокуша заменилась килечной волокушей из 6 мм дели. Лов производили обычно 2 раза в пятидневку. Тяга волокуши производилась на выбранном заранее месте, и каждый раз облавливалось определенное расстояние по берегу. Материал фиксировали в формалине. Перед разборкой проба отмачивалась в воде, разбиралась по видам, оборачивалась фильтровальной бумагой и измерялась с точностью до 1 мм. Средний вес определялся с точностью до миллиграмма. Этот способ лова применяли для лова молодежи и других рыб.

Улов молодежи тщательно разбирается и просчитывается по видам мальков. Если улов невелик (до 250—300 рыб), то промер всего улова производится с помощью штангенциркуля, обыкновенного школьного циркуля или (еще удобнее) специальной линейкой с точностью до 1 мм (определяются длины тела *ab*, *ac*, *ad* и *od*). Каждый малек взвешивается.

Если улов велик, то из него предварительно отбираются все редко встречающиеся мальки, подлежащие измерению. Затем из основной массы улова отбирается проба в количестве 180—200 мальков. Проба берется объемным методом (половина, четверть и т. д. всего улова), сортируется по видам, промеряется и по группам (для каждого вида) взвешивается. При групповом взвешивании должен быть точный штуч-

<sup>1</sup> В. С. Танасийчук. Молодь воблы. Тр. ВНИРО, XI, 1939.

ный просчет для последующего вычисления общего количества и среднего веса мальков.

Все эти данные записываются в журнал измерений мальков с указанием места, даты лова.

В дневник записываются общие наблюдения над ходом данных работ с краткой характеристикой распределения мальков, различия в дневных и ночных ловах и т. д.

В журнале по изучению молоди рыб необходимо дать описание места, где и в какое время пасутся (держатся) мальки.

Измерение молоди рыб более удобно производить в лабораторной обстановке. Из морфологических признаков нужно учитывать: количество чешуй в боковой линии, или количество поперечных рядов чешуй, количество жаберных тычинок, количество ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках, длину тела, диаметр глаз, длину головы, высоту тела, антедорсальное расстояние, длину хвостового стебля, длину спинного плавника, высоту спинного плавника, длину грудного плавника (одного из двух), длину верхней лопасти хвостового плавника и длину нижней лопасти хвостового плавника. Названные признаки (число их 15), по-видимому, имеют (одни большую, другие малую) зависимость от возраста рыб, но этими признаками не исчерпываются все возрастные изменения морфологических признаков. Много полезного для изучения молоди рыб ихтиолог получит из книги Н. Л. Чугунова (1928)<sup>1</sup>. В. И. Казанский<sup>2</sup> дал простую схему для определения мальков линя, карася, сазана, чехони, красноперки, уклей, густеры, белоглазки, леща, воблы, синца, рыбца, кутума, язя, подуста и жереха. Пользуясь схемой Казанского, можно определить названных рыб, начиная со стадии их выхода из икры и до 10-дневного возраста. В основу схемы положены отличительные признаки пигментации.

Если мальки не могут быть определены, то производится только просчет их и запись в журнал, а затем мальки фиксируются слабым формалином (1:19) в отдельной банке и снабжаются этикеткой. Из формалина следует потом переложить мальков в спирт 60—70°.

Есть указания (Книпович, Арнольд, Бородин, 1904), что консервирующим мальков средством может служить формалин, разбавленный 30-ю частями воды (1:30).

Для изучения морфологических признаков мальков отбирается часть их для подробных измерений. Можно рекомендовать пользоваться таким приемом. Взять 30 мальков в первый момент после всасывания желточного мешка, затем 30 рыбок через 5 дней после первой пробы, 30 — через 5 дней после второй, 30 — через 10 дней после третьей, 30 — через 10 дней после четвертой, 30 — через 10 дней после пятой, 30 — через 15 дней после шестой, 30 — через 15 дней после седьмой, 30 — через 15 дней после восьмой, 30 — через 30 дней после девятой и далее брать молодь через каждый месяц также по 30 штук. Количество 30 я указываю как минимальное, которое можно будет обрабатывать обычными вариационно-статистическими методами (допуская, что из 30 особей до 5 штук могут оказаться по разным причинам неподходящими для тщательных промеров). Если исследователь сможет продолжить сбор месячных проб до той поры, когда рыба станет половозрелой (у многих рыб это наступает на 3-м и 5-м году жизни), то, несомненно,

<sup>1</sup> Н. Л. Чугунов. Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района. Тр. Астрах. научно-рыбохоз. станции, VI, вып. 4, 1928.

<sup>2</sup> В. И. Казанский. Схема определения молоди карповых рыб. Бюл. рыбн. хоз., 1924, № 6—7.

получится ценнейший научный материал, обработка которого углубит познание проблемы морфологии вида.

Лов подросших сеголетков производится мальковой волокушей с мотнейю из конгресс-канвы (отверстия в 3—4 мм), а вся волокуша строится из сетной дели в 6 мм или, в крайности, 8 мм. Длина волокуши 20 м, высота 2 м. В зависимости от местных условий указанные размеры могут изменяться.

В. И. Казанский советует при сборе материала по молоди рыб останавливаться на шести стадиях развития молоди: выбирать в стадии выклеывания, в стадии 3 дней, в стадии 7 дней, в стадии 14 дней, в стадии 21 дня и в стадии месячного возраста. Так как в эти моменты представлены последовательно все особенности строения личинок, то они могут служить для характеристики развития отдельных видов. Приведенные рекомендации В. И. Казанского относятся к молоди карповых рыб. Для рыб других семейств, очевидно, могут быть другие сроки.

Все же следует признать, что изучение морфологических признаков молоди рыб представляет исключительные трудности, так как этим вопросом ихтиологи занимались очень мало, и до сих пор еще нет разработанных и общепринятых методов этого изучения. Между тем правильное распознавание молоди рыб, начиная с личиночных стадий, помимо систематической группировки молоди, может дать превосходные результаты, могущие пролить свет на самые главные стороны биологии рыб: на установление времени и мест нереста, на миграции мальков и т. п. В этом отношении прав Т. С. Расс, когда говорит: «Отыскание первых стадий имеет значение для выяснения условий нереста и определения нерестилищ, так как нахождение стадии неоплодотворенной икры (нулевой) и стадии дробления (первой) указывает на непосредственную близость мест нереста. Сбор (икры и личинок) заносится на карточку с обозначением гидрологических и метеорологических данных, что позволяет выяснить условия, сопутствовавшие сбору и, в случае преобладания в сборе первых стадий развития, отметить условия нереста рыб»<sup>1</sup>.

При изучении молоди, как сказано выше, неизбежно приходится проводить опыты по искусственному оплодотворению икры и по выращиванию личинок и мальков исследуемых рыб, потому что определение рыбных личинок, собираемых в водоеме обычными путями, представляет исключительные трудности без контрольных сравнительных коллекций личинок, отнесенных к точно установленным видам. Искусственно выведенные личинки и могут служить такими контрольными коллекциями.

Искусственное оплодотворение икры и выведение личинок никаких трудностей не представляют, и методика этой работы подробно описывается в многочисленных руководствах по рыбоводству. Однако более полезно для данного случая использовать указания проф. Н. И. Николукина, изложенные им в статье «К методике искусственного рыбо-разведения» (Тр. Воронеж. отд. Всесоюз. н.-исслед. инст. прудов и рыбн. хоз., 1, 1935).

Т. С. Рассом (1939) даны подробные указания по инкубированию икры и выведению личинок рыб в море. У рыб с пелагической икрой оплодотворение ведется сухим и мокрым способами, для рыб с тонущей икрой рекомендуется сухой способ оплодотворения икры. Инку-

<sup>1</sup> Т. С. Расс. Работы группы по изучению икры и мальков (ихтиопланктона). Доклад первой сессии Гос. океан. инст. (14—22 апр. 1931), 1933.

бирование икры должно проходить при температуре, близкой к температуре морской воды, и без освещения солнечными лучами.

При искусственном выводе личинок рыб нужно иметь в виду, что оплодотворение икры удачным бывает в том случае, когда икра берется вполне зрелой и вполне здоровой. А. И. Мищенко<sup>1</sup>, проводя вывод личинок камбалы, нашел, что лучшие результаты получаются, когда оплодотворение икры производится немедленно после подъема рыбы (из трала) и когда рыба имеет текущие половые продукты. Оплодотворение велось в банках (1—3 литра) с водой, куда «осторожно спускались молоки 1—2 самцов, затем тем же способом, по стенке или по бумажке, спускалась зрелая икра и, наконец, опять молоки. После этого банка слегка покачивалась для лучшего перемешивания икры со сперматозоидами и завязывалась марлей». Однако развитие икры камбалы (икра камбалы пелагическая) при этом способе шло недостаточно хорошо. Выход личинок из икры начал наблюдаться на четвертый и особенно на пятый день после оплодотворения. Смена воды в банках производилась простым переливанием через газ или резиновой трубкой, конец которой обвязывался газом.

В статье Мищенко приводятся рисунки двухдневных личинок двух видов камбалы. У личинок тело совершенно симметричное.

#### *Limanda aspera*

1. Желточный мешочек удлинненный; отношение его высоты к длине равно 1:2.
2. Пигмент расположен на спинной части тела и голве в виде мелких разбросанных точек и т. д.

#### *L. herzensteini*

1. Желточный мешочек овальный; отношение высоты к длине равно около 3:4.
2. Пигмент расположен четырьмя скоплениями, из них три в постанальной части и одно — в анальной и т. д.

Образцовое описание искусственного выведения личинок беломорской наваги дано Н. А. Халдиновой<sup>2</sup>. Опыты ставились в лабораторных условиях и в море. Инкубация икры лучше шла в глубокой фарфоровой тарелке и в часовых стеклах, где яйца не скатывались и лежали одним слоем.

Для нормального развития икринок наваги нужно проводить опыты при температуре воды от минус 1° до плюс 3°. Порог, или рубеж развития, т. е. минимальная температура, ниже которой не может развиваться эмбрион, определяется формулой Рейбиша (1902) и для икринок наваги он равен минус 2,3°. Получив этот порог, Н. А. Халдинова вычислила сумму тепла, или числа градусо-дней, потребных для развития икры, что равно 163,5—164,5 градусо-дней. Этому автору удалось проследить эмбриональное постэмбриональное развитие личинок наваги, что дало возможность установить отличительные признаки личинок наваги от родственных ей личинок трески и сайки.

<sup>1</sup> А. И. Мищенко. Некоторые наблюдения над развитием икры и личинок камбалы. Изв. Тихоокеанск. н.-исслед. инст. рыбн. хоз. и океаногр., XIV, 1938.

<sup>2</sup> Н. А. Халдинова. Материалы по размножению и развитию беломорской наваги. Зоолог. журн., XV, 1936, № 2.

Формула Рейбиша (Reibisch, 1902)<sup>1</sup>, которой можно пользоваться при определении порога развития рыбы, имеет такой вид:

$$x = \frac{T_2^\circ N_2 - T_1^\circ N_1}{N_2 - N_1}$$

$x$  — температурный порог,

$T$  — средние температуры инкубации,

$N$  — количество дней от момента оплодотворения икры до момента выклеывания личинок.

Пример.

Н. И. Кожин (1929)<sup>2</sup> приводит такие наблюдения. Икра сунского сига, взятая в период с 26/X по 29/XI, развивалась, в среднем, при  $+0,1^\circ$ , весь период развития от момента раннего оплодотворения (т. е. от 26/X) до выхода личинок (т. е. до 22/V) длился 230 дней; второй период при той же температуре ( $+0,1^\circ$ ) длился от 29/XI до 22/V, т. е. 196 дней. Все эти значения подставляем в формулу:

$$x = \frac{0,1 \times 230 - 0,1 \times 196}{230 - 196} = \frac{23,0 - 19,6}{34} = \frac{3,4}{34} = \frac{34}{340} = 0,1$$

Следовательно, порогом развития сунского сига можно считать температуру воды около нуля ( $+0,1^\circ$ ).

Сумма тепла, потребного для развития икры, или градусо-дни, находится произведением числа дней, в продолжение которых шло развитие икры, на средние показатели температур, при которых шло развитие.

Берем пример из книги Г. В. Никольского (1944). Температура воды, при которой шло развитие икры, была  $2^\circ$ , продолжительность инкубации 205 дней, число градусо-дней  $205 \times 2 = 410$ . При повышении температуры (при условиях близких к оптимальным) продолжительность инкубации снижается, но число градусо-дней будет более или менее постоянное. Число градусо-дней находится и иным способом. «Для этого нужно из среднего значения температур данного опыта произвести алгебраическое вычитание рубежа и, умножая полученное значение на число дней, пошедших на развитие эмбриона (до выклеывания личинки), получаем сумму тепла в градусо-днях» (Халдинава, 1936).

Берем тот же пример и дополняем его условным показателем порога развития.

Средняя температура  $2^\circ$ .

Порог  $0,4^\circ$ .

Продолжительность инкубации 205 дней.

$x$  (градусо-дней)  $= (2 - 0,4) \times 205 = 328$ .

Первый (и самый простой) способ определения числа градусо-дней применяется чаще, чем второй.

Допуская, что число градусо-дней для развития икры одного и того же вида рыб при оптимальных условиях более или менее постоянно, можно находить время появления личинок по формуле:

$$N_2 = \frac{N_1(T_1 - x)}{T_2 - x}$$

<sup>1</sup> Reibisch. Über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung von Fischen, 1902.

<sup>2</sup> Н. И. Кожин. Основы биологии сунского сига. Изв. отд. прикладн. ихт., X, вып. 1, 1929.

$N_2$  — время появления личинок,

$N_1$  — количество дней, потраченное на развитие икры (до момента выклеывания),

$T_1$  — средние температуры инкубации,

$x$  — порог развития.

Пояснение формулы Рейбиша и других вычислений, относящихся к методике изучения развития икры и личинок рыб, изложены в книге В. И. Черфаса «Рыбоводство в естественных водоемах» (1950, стр. 55—83).