

И. Ф. ПРАВДИН

ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ¹

Определение пола и степени зрелости половых продуктов рыб

Пол рыб чаще приходится узнавать только при вскрытии брюшной полости, что для наблюдателя не всегда возможно, так как вскрытием он портит рыбу как товар. Без вскрытия даже самые опытные и наблюдательные рыбаки не могут различать пол очень многих рыб. Правда, есть малое количество видов рыб, которые различаются в половом отношении по наружному виду (например акулы и скаты). Только некоторым рыбам свойственно половое различие во время нереста: нерестующие самцы лососей имеют удлинение рыла, у половозрелых самцов хариусов спинной плавник сильно увеличивается в высоту; есть и другие подобные примеры.

В ихтиологических исследованиях определению пола рыб отводится большое место при работах по систематике и биологии рыб и при оценке состояния рыбных запасов. Эти же исследования необходимы и для промысла. В дальнейшем при более внимательном изучении внешних признаков самцов и самок рыб наверное будет увеличено число видов рыб, пол которых различим по морфологическим признакам. Рыбаки различают самцов и самок судака по строению (форме) рыла. В нерестовый период самцы многих карповых рыб приобретают так называемый брачный «жемчужный» наряд чешуи, которая покрывается твердыми жемчужного цвета бугорками [наростами; не отсюда ли возникло простонародное слово нарост (нерест) рыб?]. Такие бугорки бывают и на чешуе нерестующих самок, только у самок бугорки не в таком изобилии, как у самцов. Такой же нерестовый наряд можно встретить и у сигов. Однако такие способы определения пола рыб не надежны. Употребляют

¹ Предыдущие статьи см.: Изв. КФ филиала АН СССР, 1949, № 4; 1950, № 3.

для определения пола рыб щуп, которым пользуются икорные мастера при установлении качества (зрелости) икры у осетровых рыб, но для наших целей и этот способ не может быть признан универсальным, поскольку он применим только для рыб с развитыми половыми продуктами. В. А. Мейен, автор Инструкции по определению пола и степени зрелости половых продуктов у рыб (1938), приводит хороший способ распознавания пола камбал без вскрытия их: у самцов семенники имеют форму боба и прилегают к задней закругленной стенке брюшной полости, у самки яичники вытянуты и заходят за заднюю стенку брюшной полости.

Все же определение пола рыб чаще приходится вести путем вскрытия рыб. При наблюдениях на промысле, когда пойманная рыба для приготовления товара вскрывается, очень легко выяснить на громадных количествах соотношение полов пойманных рыб: наблюдатель, находясь при многих резальщиках рыбы, может одновременно следить за вскрытиями, производимыми несколькими рабочими. Отметки (черточками) самцов и самок делаются сразу на раскрытом листке записной книжки: на левой стороне отмечаются самцы, на правой — самки. При таком способе в продолжение одного часа двое наблюдателей на амурском промысле успевали подсчитывать до 2000 рыб. По такому количеству есть основание выводить процентное соотношение полов данного вида в данный момент. Соотношение полов, повидимому, у многих рыб в общем близко 1 : 1, т. е. по 50% того и другого пола. Но в разные биологические фазы это нормальное соотношение изменяется и изменяется закономерно. У многих рыб в начале хода преобладание принадлежит самцам, в конце хода — самкам. Зная такую закономерность и следя за соотношением полов той или другой рыбы, можно делать прогнозы о повышении или ослаблении хода, этим будет оказана существенная польза добывающему промыслу. На промыслах, где икра рыб готовится как отдельный товар, такие прогнозы имеют большое значение (например на дальневосточных лососевых промыслах). Известно, что соотношение полов рыб промыслового стада зависит и от характера самого промысла. У многих рыб размеры самцов (особенно в нерестовых стадиях) менее размеров самок; поэтому нередко орудие лова больше отбирает крупных рыб, а более мелкие рыбы, т. е. самцы, уходят, пользуясь крупноречистостью снасти. Для определения соотношений полов рыб нужно брать их из таких орудий, которые в одинаковой степени способны улавливать как самцов, так и самок.

Определение степени зрелости половых продуктов рыб ведется для отдельных видов рыб довольно различно. В настоящее время ихтиологи пользуются многочисленными схемами определения степени половой зрелости. Но однообразия в схемах даже по отношению к одному и тому же виду рыб пока нет. Вопрос этот еще мало освещен, хотя уже много сделано в этом отношении, особенно советскими исследователями: Вукотич (1915), Киселевич (1923), Филатов и Дулаков (1926), Недошивин (1928), Мейен (1927, 1936, 1944), Кулаев (1927, 1939), ~~Лапицкий~~ Лапицкий (1949). По этому же вопросу имеются ценные материалы в статьях и других авторов (Берг, Дрягин, Тихий, Вогинов, Наумов и др.).

Считаем необходимым остановиться здесь на тех схемах, которые применимы и для рыб водоемов Карелии.

Схема определения зрелости половых продуктов рыб, разработанная старейшим ихтиологическим учреждением нашей страны, — Астраханской ихтиологической лабораторией [ныне Волго-Каспийское отделение Всесоюзного Научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)]

Стадия I. Неполовозрелые особи — juvenes или (более правильно) juvenales¹ половые железы неразвиты, плотно прилегают к внутренней стороне стенок тела (по бокам и ниже плавательного пузыря) и представлены длинными узкими шнурами или лентами, по которым нельзя простым глазом определить пол.

Стадия II. Созревающие особи или развивающиеся половые продукты после икрометания. Половые железы начали развиваться. На шнурах половых желез образуются затемненные утолщения, в которых уже различаются яичники и семенники. Икринки настолько мелки, что не видны невооруженным глазом. Яичники от семенников (молок) отличаются тем, что вдоль первых по стороне, обращенной к середине тела, проходит довольно толстый и сразу бросающийся в глаза кровеносный сосуд; на семенниках таких крупных сосудов снаружи нет. Половые железы малы и далеко не заполняют полости тела.

Стадия III. Особи, у которых половые железы хотя и далеки от зрелости, но сравнительно развиты. Яичники значительно увеличились в размерах, заполняют от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ всей брюшной полости и наполнены мелкими непрозрачными, белесоватыми яйцами, ясно различимыми невооруженным глазом. Если разрезать яичник и поскоблить концом ножниц по обнаженным икринкам, то они с трудом отрываются от внутренних перегородок органа и всегда образуют комки по несколько штук вместе. Семенники имеют более расширенную переднюю часть и сужаются кзади. Поверхность их розоватая, а у некоторых пород красноватая от обилия мелких разветвляющихся кровеносных сосудов. При надавливании из семенников нельзя выдавить жидких молок. При поперечном разрезе семенника края его не округляются и остаются острыми. В этой стадии рыба находится довольно долго: многие породы (сазан, лещ, вобла и др.) — с осени до весны следующего года.

Стадия IV. Особи, у которых половые органы достигли максимального развития, и продукты вполне созрели. Яичники очень велики и заполняют до $\frac{2}{3}$ всей брюшной полости. Икринки крупны, прозрачны и при надавливании легко вытекают. При разрезе яичника и скоблении разреза ножницами икринки легко соскабливаются по одиночке. Семенники белого цвета и наполнены жидкими молоками, которые легко вытекают при надавливании брюшка. При поперечном разрезе семенника края его тотчас округляются, и разрез заливается жидким содержимым. Эта стадия очень непродолжительна и быстро переходит в следующую.

Стадия V. Текучие особи. Икра и молоки настолько зрелы, что свободно вытекают не каплями, а струей при самом легком надавливании. Если держать рыбу в вертикальном положении за голову и потряхивать ее, то икра и молоки свободно вытекают.

¹ Латинские термины juvenis (мн. ч. -es) и juvenalis (мн. ч. -es) имеют различные значения: первый у римлян относился к организмам молодым, но уже возмужалым (по отношению к человеку — в возрасте от 20 до 40 лет); второй — к организмам юношеского возраста, т. е. к организмам, еще не достигшим половой зрелости. Таким образом при обозначении неполовозрелых рыб следует употреблять термин juvenalis. (сокращенно juv., во мн. ч. juvenales).

Стадия VI. Отнерестовавшие особи. Половые продукты выметаны совершенно. Полость тела далеко не заполняется внутренними органами. Яичники и семенники очень малы, дряблы, воспалены, темнокрасного цвета. Нередко в яичнике остается небольшое количество мелких икринок, которые претерпевают жировое перерождение и рассасываются. Через несколько дней воспаление проходит, и половые железы переходят в стадию II.

Если половые продукты находятся на промежуточной стадии между какими-либо двумя из шести описанных стадий или часть продуктов развита больше, часть меньше, или когда наблюдатель затрудняется точно обозначить стадию зрелости, то она обозначается двумя цифрами, соединенными знаком тире, но при этом та стадия, к которой ближе стоят по своему развитию продукты, ставится впереди, например: III—IV, IV—III, VI—II и т. д.

Основы этой схемы содержатся в схемах всех последующих авторов, и такая схема применима к рыбам различных районов. Укажем также и на некоторые другие схемы по отношению к отдельным видам.

Зрелость половых продуктов у каспийских сельдей (По Киселевичу)

В отношении сельдей необходимо иметь в виду, что икрометание у многих из них происходит не сразу, как у большинства других рыб, а в три приема. Сначала выметывается одна порция икры в стадии V; остальная же икра (в стадии III, незрелая) остается в яичнике и постепенно созревает в течение одной-полторы недели, проходя стадии IV и V. Когда и вторая порция выметана, то в яичнике остается последняя, третья порция в стадии III, которая дозревает в такой же срок и выметывается. Только после этого снова наступает стадия VI, а за ней — стадия II.

Для обозначения того, что первая порция икры уже выметана, впереди обозначения зрелости икры второй порции пишется в скобках римское VI, например: (VI) — IV означает, что первая порция икры выметана, а вторая находится в стадии IV. Если уже выметаны две первые порции, то в скобках ставится две шестерки, например: (VI, VI) — III или (VI, VI) — V; первое означает, что рыбой выметаны две порции икры, а третья находится в стадии III; второе означает, что выметаны две порции, а третья — в стадии текучести. Таким образом, весь период развития половых продуктов и икрометания у сельдей будет:

- 1) неполовозрелые (juvenales) — стадия I;
- 2) первая порция икры — стадии II, III, IV, V, VI—III;
- 3) вторая порция икры — стадия (VI) — III, (VI) — IV, (VI) — V, (VI) — VI—III.
- 4) третья порция икры — стадии (VI, VI) — III, (VI, VI) — IV, (VI, VI) — VI или просто VI, затем снова идет стадия II и т. д.

Распознавание первой, второй и третьей порций довольно затруднительно и удается после некоторого навыка. Руководящими указаниями при этом могут служить следующие.

А. Первая порция икры всегда заполняет всю полость тела и расширяет брюшко; семенники больших размеров и толсты. В стадии IV среди зрелых прозрачных икринок ясно видны мелкие, непрозрачные,

более светлые незрелые икринки. Иногда среди них удается невооруженным глазом рассмотреть две группы — более крупные и более мелкие. Под лупой эти различия видны очень хорошо.

Б. Вторая порция икры даже в период полной зрелости уже не заполняет всей полости тела, в которой замечается как будто пустота. Брюшко не распирается так сильно; яичники при той же длине, что и в первый раз, уже не так толсты и объемисты. В стадии IV среди зрелых икринок видны и мелкие, но их заметно меньше, и на этот раз они одинаковых размеров.

В. Третья порция еще меньше заполняет полость тела. Брюшко не раздувается, яичники длинные, но сравнительно тонки. В стадии IV и V среди зрелых икринок уже совершенно не замечается мелких, незрелых.

У самцов отдельные периоды икрометания выражены еще менее резко, и различить их гораздо труднее. Единственным указанием может служить степень опорожнения семенников:

а) в первый период весь семенник почти одинаковой ширины на всем протяжении;

б) во второй период задняя треть семенника уже опорожнена, передние же части еще широки и мясисты;

в) в третий период только передний конец семенника мясист и широк, задняя же часть опорожнена и имеет вид трубки.

Вообще у самцов общая картина зрелости семенников сильно маскируется тем, что во всякое время из них можно выдавить хотя бы одну каплю молока. В период нереста молоко выдавливается больше, в промежуток между двумя порциями — меньше.

Приведенная шкала зрелости разработана по наблюдениям над каспийскими сельдями, но этими же принципами следует пользоваться и при изучении зрелости половых продуктов и других сельдей.

Шкала зрелости у окуня

(По Мейену и Кулаеву, с сокращениями)

Самки

Стадия I (ювенальная). Яичник представляет собой небольшое прозрачное сигарообразное тело, в котором нельзя различить невооруженным глазом отдельных икринок. Он слабо желтого цвета с зеленоватым оттенком, стекловидно прозрачен. По поверхности проходят небольшие кровеносные сосуды с мелкими разветвлениями. Ювенальная стадия продолжается до середины второго лета жизни окуня.

Стадия II. Яичник стекловидно прозрачен. Икринки очень мелкие, различимы невооруженным глазом, в крайнем случае — при помощи лупы. Цвет бледножелтый с зеленоватым оттенком. Стадия II наступает у неполовозрелых особей в середине второго лета жизни и продолжается до середины следующего года. У половозрелых особей она наступает после окончания VI стадии и продолжается до августа. Процент веса яичника от веса всего тела рыбы равняется в среднем 2,1.

Стадия III. Яичник теряет прозрачность. Ясно видны отдельные круглые икринки, тесно включенные в ткани яичника. Цвет бледножелтый. Стадия III у окуня начинается в августе и продолжается до октября. Процент веса яичника от веса всего тела рыбы равняется в среднем 3,5.

Стадия IV. Яичник занимает большую часть брюшной полости. Икринки неправильно многогранной формы (при разрушении оболочки яичника становятся шарообразны), плотно связаны с тканями яичника. Цвет желтый. Стадия IV у рыб начинается с октября и продолжается до середины марта или начала апреля. Процент веса яичника от веса тела всей рыбы в октябре в среднем 8,8, в феврале 13, в марте — апреле 26,4.

Стадия V. Икра текучая и выбрасывается в один прием. Стадия V наступает в конце марта или в апреле.

Стадия VI. Яичник сильно сжался вследствие спадения стенок. Мягко на ощупь. Красновато-серого цвета. Оболочка яичника сильно сжалась и утолчилась. При разрезе яичника видны невооруженным глазом поперечные яйценесущие пластинки. В незначительном количестве встречаются невыметанные икринки. Вес яичника от веса всей рыбы 2,7%. Стадия VI у окуня продолжается в среднем в течение одного месяца после икрометания.

Самцы

Стадия I (ювенальная). Половая железа в виде двух очень тонких и коротких стекловатых бледнорозовых полосок.

Стадия II. Семенники имеют вид двух тонких округлых тяжиков, мутно-бледнорозового цвета. Длина их равна $\frac{1}{3}$ развитого семенника. Вес семенника очень мал, в среднем составляет 0,2% общего веса тела рыбы. Стадия II встречается в июне.

Стадия III. Семенники упругие, розовато-серого цвета, увеличены в объеме и занимают половину полости тела. В начале стадии III (в июле) вес их составляет 0,35% общего веса рыбы, а позже (к началу августа) — 0,7% и, наконец, к концу стадии (к декабрю) — 2%. К этому времени семенники почти достигают длины зрелой железы и имеют вид упругих, довольно толстых тел бледножелтого и даже почти белого цвета. Молок еще нет. При разрезе края не сплываются и остаются заостренными. На бритве не остается мазка молока. Вес в среднем составляет 2% веса тела рыбы. Стадия III встречается в октябре — ноябре.

Стадия IV (созревание). Семенники очень крупные, почти достигают нормального размера зрелой железы, но еще не достигают окончательного напряжения и имеют молочно-белый цвет. Занимают всю полость тела. При разрезе на бритве остаются мазки молока, а иногда (на несколько более поздней стадии) при надавливании выступает густая капля молока. Вес семенника от 6 до 8% веса тела рыбы. Стадия IV у окуня встречается с декабря до начала апреля.

Стадия V. Семенники в состоянии полной зрелости, достигают максимального размера и заполняют всю полость тела; очень набухшие с гладкой, напряженной эластичной поверхностью. Они имеют молочно-белый цвет. При надавливании на брюшко рыбы обильно выступают жидкие молоки. Вес железы достигает максимума и составляет 9% веса рыбы. По мере выбрасывания молоко семенники заметно спадаются, по объему равны приблизительно $\frac{1}{4}$ их объема в стадии зрелости; становятся дряблыми, морщинистыми, розового цвета, а в хвостовом отделе даже красного цвета. При надавливании еще выступают молоки. Вес железы резко падает и достигает, в среднем, 1,6% веса тела рыбы. Стадия V у окуня встречается в апреле — мае.

Стадия VI (выбой). Семенники совершенно свободны от молок и представляют собой два тонких и вялых тяжа. Сильно укорачиваются и приближаются по величине и форме к стадии II, имеют буроватый цвет. Вес тоже приближается к стадии II и составляет в среднем 0,6% веса рыбы.

До настоящего времени степень половой зрелости рыб чаще определялась без микроскопического просмотра гонад и половых продуктов, невооруженным глазом. По существу это наиболее легкий, быстрый и практический способ, но он не дает ясной картины полного цикла развития гонад. Поэтому чаще и чаще появляются работы, где степень зрелости яиц и спермы рыб описывается на основании микроскопического и гистологического исследования. Микроскопический элемент внесен в схему Мейена для окуня, воблы, леща и др. Еще большее значение имеет гистологическое обоснование шкал для определения половой зрелости рыб.

Подобная шкала известна в литературе для судака. В ней довольно подробно перечисляются признаки, подмечаемые невооруженным глазом, признаки, которые заметны под лупой, и признаки гистологические. Такая шкала приводится мною с сокращениями описаний названных категорий признаков и почти с полным исключением признаков гистологических, которые могут быть использованы лишь при специальном, гистологическом изучении зрелости яичников судака.

Шкала зрелости яичников донского судака

Стадия I (ювенальная). Яичники имеют вид гонких шнуров розовато-белого цвета, прозрачны. На каждом яичнике замечен кровеносный сосуд, идущий вдоль яичника (на семенниках такой сосуд не виден). Икринки с трудом различимы под лупой как мельчайшие точки. Такое состояние яичника у донского судака длится до середины лета второго года жизни (1+).

Стадия II. Прозрачные яичники в виде парных трубок почти равного диаметра и на всем протяжении, цвет бледнорозовый. Икринки простым глазом с трудом обнаруживаются как едва заметные точки. Под лупой икринки видны хорошо в виде крупинки и точек. Продолжительность у неполовозрелых особей донского судака: до середины — конца августа четвертого года жизни (3+); у половозрелых особей: с конца мая, середины июня до середины — конца августа.

Стадия III. Яичник желтовато-зеленого цвета, более массивен и непрозрачен, расширен в средней части, через оболочку видны икринки желтовато-белого цвета, имеющие многогранную форму. Между крупными икринками имеются икринки и мелкие. Продолжительность для донского судака: с середины — конца августа до середины — конца октября.

Стадия III-A. Яичник в виде двух колбасоподобных тел, беловато-желтого цвета. Икринки непрозрачные и не достигли нормальной величины. Под лупой с трудом просматривается желток в икринках в виде множества мелких гранул. Много мелких жировых капель. Продолжи-

тельность для донского судака: с середины — конца октября до середины — конца марта, начала апреля.

Стадия IV. Яичники приобретают массивность и занимают большую часть полости тела. Цвет беловато-желтый. Икринки достигли предельной величины и непрозрачны. Под лупой желток виден в овоцитах как мельчайшие шарики. Жир имеет вид блестящих образований различной величины и формы. Продолжительность для донского судака: с середины до конца марта. Незадолго до нереста яичник переходит в следующую стадию.

Стадия IV-A. Оболочка яичника тонкая, через нее хорошо видны икринки, имеющие маслянистый цвет. Каждая икринка имеет единую жировую каплю.

Стадия V (текучесть половых продуктов). Икра при взятии самки из воды течет. Передний отдел яичника пуст и дрябл; в заднем отделе яйца лежат свободно в полости яичника. Цвет икры, положенной в несколько слоев, похож на цвет желтовато-топленого масла. Продолжительность — несколько часов.

Стадия VI (выбой). Яичники в виде мешков с сильно спавшими стенками. Цвет багрово-красный. Большое количество яиц младших генераций. VI стадия у донского судака наступает сразу же после нереста и длится 1—1,5 месяца. Затем яичник переходит во II стадию зрелости.

Для определения зрелости судака есть шкала Филатова и Дуплакова. Но шкала эта может быть заменена только что приведенной, поскольку эта последняя, включая первую шкалу, содержит много новых показателей.

При изучении зрелости половых продуктов судака других водоемов нужно учитывать, что календарные сроки, приведенные для донского судака, не будут совпадать со сроками развития половых продуктов судака из других водоемов, но стадии развития, конечно, останутся одними и теми же для того и другого.

Шкала зрелости морского окуня (по Травину)

В. И. Травин разработал шкалу для определений и обозначений зрелости половых продуктов баренцовоморских живородящих окуней (Морские окуни Баренцова моря. 1951).

Самки

I. Ювенальная стадия. Яичники слабо развиты и имеют вид небольших вытянутых прозрачных треугольников. Такое состояние длится до 8—9-летнего возраста рыб.

II. Стадия развития. Яичники небольшие, желтого или оранжевого цвета. Строение зернистое. В конце стадии можно различать отдельные яйца, диаметр их 0,2—0,5 мм. Май—октябрь.

III. Стадия созревания. Яичники крупные. Диаметр икринок около 1 мм, и они хорошо видны невооруженным глазом. Октябрь—декабрь.

IV. Стадия зрелости. Яичники максимальных размеров. Яйца соединены с телом матери, но при разрезе легко отпадают. Размер икринок более 1 мм. Ноябрь — январь.

V. Стадия оплодотворения. Прозрачные икринки, диаметром более 1 мм, свободно плавают в жидкости, наполняющей яичники. Декабрь — февраль.

VI. Стадия эмбрионов. Яичники того же вида, как и в стадии V. Икринки с темными пятнышками (глазками развивающихся эмбрионов). В конце стадии может быть некоторое количество выключившихся личинок. Февраль — май.

VII. Стадия отмета. Подавляющее большинство личинок освободилось от яиц и свободно плавает в жидкости, наполняющей яичники. Сильно пигментированные личинки легко выдавливаются из тела матери. Апрель — июнь.

VIII. Посленерестовая стадия. Яичники дряблые. Кровеносные сосуды утолщены. Иногда остаются неоплодотворенные икринки. Эта стадия быстро переходит в стадию II. Май — июль.

Самцы

I. Ювенальная стадия. Семенники слабо развиты, в виде узких длинных прозрачных полосок. Первые 8—9 лет жизни.

II. Стадия развития. Семенники еще сравнительно узкие, но плотные. Цвет желтоватый или кремовый. Январь — июль.

III. Стадия созревания. Семенники широкие и толстые белого или кремового цвета. Июль — ноябрь.

IV. Стадия зрелости. Семенники максимальных размеров, белого цвета. При разрезе выступает клейкая белая сперма. Ноябрь — декабрь.

V. Стадия оплодотворения. Семенники наполнены спермой, которая при легком надавливании легко вытекает. Декабрь — февраль.

VI. Посленерестовая стадия. Семенники сильно уменьшившихся размеров, плотные, грязновато-желтого (иногда красноватого) цвета. Можно наблюдать остатки спермы. Эта стадия постепенно переходит в стадию II. Январь — март.

И. И. Лапицкий¹ на основании большого материала по различным возрастным группам, исследованного в течение всего годичного цикла, предложил впервые шкалу зрелости половых продуктов ладожского сига-лудоги на основании микроскопических и макроскопических признаков. Шкала Лапицкого написана очень ясно и вполне пригодна при полевых работах, автор такую шкалу называет «промысловой».

Шкала по определению зрелости половых продуктов сига-лудоги

(По Лапицкому, с сокращениями)

Стадия I (ювенальная). Яичник в виде двух валиков длиной 1—1,5 см, продолжающихся нитевидными тяжами по бокам плаватель-

¹ И. И. Лапицкий. Овогенез и годичный цикл яичников у сига-лудоги. Тр. лаборат. основ рыбоводства, II, 1949.

ного пузыря. Под простым глазом яичник не различим, но под лупой или при малом увеличении микроскопа видны икринки. От семенника яичник отличается наличием крупного кровеносного сосуда и пластинчатый строением. Гонады бледнорозового цвета. Эта стадия продолжается до середины второго года жизни сига (1+).

Стадия II. Яичник в виде двух продолговатых тяжей длиной 3—5 см, округленных в головной части и сильно сужающихся в хвостовой. Цвет светлорозовый или слабооранжевый. Кровеносный сосуд, идущий вдоль железы, имеет многочисленные мелкие ответвления. Икринки различимы невооруженным глазом. Описанные признаки стадии II характерны для особей, еще не достигших половой зрелости, т. е. ни разу не участвовавших в нересте, и длится эта стадия до четвертого года жизни (3+). У самок, достигших половой зрелости и уже участвовавших в нересте, после выбоя икры наступает стадия II, которая макроскопически не отличима от описанной стадии II, но гистологически отличима.

Стадия III. Яичники занимают от 0,5 до 0,75 длины полости тела. Икринки хорошо различимы простым глазом. Крупные икринки яркороанжевого цвета, мелкие — светлороанжевого или беловатого. Яйценосущие пластинки яичника легко отделяются одна от другой, и на каждой пластинке видны кровеносные сосуды. Продолжительность стадии с начала февраля до начала — середины октября.

Стадия IV. Яичники занимают всю полость тела. Икринки крупные, среди крупных видны мелкие икринки. Продолжительность стадии не более 15—20 дней: середина октября — первые числа ноября.

Стадия V. Период текущего состояния половых продуктов.

Стадия VI. Яичник в виде двух дряблых, сморщенных пластинок багрово-красного цвета. Много мелких икринок, изредка встречаются и крупные невыметанные икринки. Продолжительность стадии 1,5—2 месяца: первая половина ноября — декабрь.

П. А. Дрягиным разработана схема обозначения стадий половозрелости для карповых рыб, имеющих порционное икрометание.

Схема для карповых с порционным икрометанием

(По Дрягину)

Первая порция	I ₁	II ₁	III ₁	IV ₁	V ₁	VI ₁	III ₂
Вторая "	II ₂	IV ₂	V ₂	VI ₂			—III ₃
Третья "	III ₃	IV ₃	V ₃	VI ₃			—III ₄
Четвертая "	III ₄	IV ₄	V ₄	VI ₄			—III ₅
Пятая "	III ₅	IV ₅	V ₅	VI ₅			—III ₁
Генерация следующего года	III ₁	IV ₁	V ₁	VI ₁			—III ₁ и т. д.

Римскими цифрами обозначены стадии зрелости икры по общепринятой шестибальной схеме, арабскими указан порядок порций (выбоя).

Для гистологического изучения яичники рыб рекомендуется фиксировать жидкостями Ценкера, Буэна и сулемой с 5-процентной уксусной кислотой (см. ниже). Заливка яичников ранних стадий зрелости производится в парафине, а более поздних (начиная с момента образования желтка) в целлоидине. Окраска в основном ведется гематоксилином по методу Гейденгайна и отчасти Маллори. Таким методом пользовался В. А. Мейен, в нескольких своих статьях описавший годовые циклы из-

менений яичников рыб (1927, 1936, 1939, 1940 и др.). Указания Мейена обязательны для каждого ихтиолога, который будет заниматься изучением гонад рыб.

Мейен рекомендует подвергать яичники и макроскопическому исследованию по таким признакам: отношение веса половых желез к весу тела всей рыбы, степень прозрачности всего яичника, степень прозрачности икринок, видимость икринок невооруженным глазом, видимость невооруженным глазом ядра в икринках, степень легкости выделения половых продуктов и общая форма половых желез. Кроме того, советуется указывать цвет половых желез, отличительные особенности оболочки половых желез, упругость половых желез и степень развития кровеносных сосудов. В работе Мейена о воible (1940) описаны стадии зрелости яичника (шесть стадий).

Также очень много полезных сведений по половым циклам рыб дано в книге П. А. Дрягина «Половые циклы и нерест рыб» (Изв. ВНИОРХ, XXVIII, 1949).

Рассматривая приведенные шкалы определения половой зрелости рыб (помимо этих шкал существуют и другие), ихтиолог может видеть, что в этом деле предстоит еще многое сделать, если добиваться, чтобы шкала отчетливо характеризовала действительное состояние половых продуктов отдельных видов рыб и по отдельным промысловым районам. Не закончена морфологическая характеристика половых продуктов при разных степенях их развития (возрастающие размеры яиц, картина расположения кровеносных сосудов в гонадах при разных степенях развития половых продуктов, макроскопическая картина развития семенников и др.), а изучение гистологии яичников и семенников при отдельных стадиях развития только еще начато. Многие шкалы трудно применимы там, где требуется быстро и на большом материале выяснить степень зрелости. Такое определение вызывается не только целями биологического познания рыб, но и задачами практическими. По степени зрелости прогнозируются сроки подхода рыб к нерестилищам и сроки самого нереста, все это необходимо для промысловых соображений. Также существенно знать промысловое состояние зрелости икры таких рыб, икра которых готовится как товар, например, осетровых.

Поэтому насущно необходимо разработать более или менее универсальную шкалу, которой можно было бы пользоваться и ихтиологу при полевых условиях и хозяйственнику при его практической надобности. Однако нужно предостеречь и от излишнего упрощенчества в этом серьезном деле.

У американских исследователей Давидсона и Шострома (Davidson and Shostrom, 1936) приведена сокращенная шкала зрелости для горбуши. Они различают 4 стадии зрелости: I — икра мелкая и плотно сидит в половой железе, IV — икра выпадает из железы в полость тела, II и III — промежуточные стадии. Эти авторы, занимавшиеся специальной задачей по изменению физических и химических свойств мигрирующей горбуши, о стадиях зрелости рассуждают только в приложении к их задаче. Такую шкалу зрелости рекомендовать для введения в общую методику нельзя.

При наблюдении над половой зрелостью рыб всегда необходимо указывать, какая из схем зрелости применялась данным наблюдателем.

Коэффициент зрелости

В настоящее время вес гонад становится одним из обязательных условий выяснения степени зрелости половых продуктов, и в современных работах все чаще и чаще приводится (по предложению Г. В. Никольского, 1939) коэффициент зрелости, под которым понимается отношение веса гонад к весу тела рыбы, выражаемое в процентах. Определяется общий вес рыбы (т. е. с неудаленными половыми железами), затем вынимаются половые железы, их взвешивают и определяют, какой процент составляет вес гонад от веса всей рыбы. Такой коэффициент зрелости, конечно, не вполне отражает истинное состояние половых продуктов, но все же служит существенным пополнением схем зрелости. Приводим формулу для вычисления коэффициента зрелости:

$$q = \frac{g_1 \cdot 100}{g},$$

где: q — искомый коэффициент зрелости,

g_1 — вес гонад,

g — вес тела рыбы.

Коэффициент зрелости позволяет следить за ходом созревания половых продуктов, но есть и недостаток в таком коэффициенте. Недостаток такого коэффициента прежде всего в том, что здесь принимается во внимание, как одно из главных известных, вес всей рыбы вместе с кишечным трактом и с содержимым его. Но в этом весе нет постоянства: коэффициент хищной рыбы с наполненным кишечником станет совершенно иным, если та же рыба при том же состоянии половых продуктов и в то же самое время будет взята с кишечником пустым. В первом случае решение формулы пойдет при большем делителе, следовательно частное, т. е. коэффициент зрелости будет преуменьшенным. Это замечание имеет силу и для всех других рыб. Большую роль коэффициент зрелости получит, если он будет высчитываться без внутренней рыбы.

При наблюдениях за степенью зрелости половых продуктов у рыб с одновременным икрометанием П. А. Дрягин советует (1949) определять коэффициент зрелости по меньшей мере ежемесячно и круглогодично — отдельно у особей половозрелого возраста и отдельно у особей неполовозрелых, причем должны быть отдельно учтены: максимальный показатель зрелости яичников перед самым началом нереста, показатель непосредственно после нереста и минимальный показатель перед началом нового периода созревания по окончании стадии VI.

У рыб же с порционным икрометанием должны быть учтены эти же показатели с ежемесячными наблюдениями, и дополнительно следует обеспечить определение коэффициента зрелости перед первым, вторым и третьим выметом яиц, а также и непосредственно после вымета каждой отдельной порции.

Особое значение Дрягин придает максимальному коэффициенту зрелости, который характеризует период наибольшего развития гонад, что у рыб с одновременным икрометанием бывает незадолго до нереста (за одну-две недели), у рыб же с порционным икрометанием — перед откладыванием первой порции яиц. Хотя величина коэффициента есть величина индивидуально колеблющаяся, все же она может характери-

зывать ход развития половых продуктов, свойственный отдельным видам рыб.

Относительно максимального коэффициента зрелости указанный автор говорит, что определение такого коэффициента зрелости яичников имеет значение теоретическое и практическое, например, для установления степени готовности яичников к нересту, для исчисления выхода икры в рыбоводных целях и при товарных заготовках, для учета плодовитости и сравнительной ее оценки у разных видов.

П. А. Дрягин предлагает также пользоваться коэффициентом зрелости для вычисления «индекса зрелости яичников». Под этим термином автор понимает «процентное соотношение коэффициентов зрелости яичников, вычисленных в отдельные моменты их созревания и опустошения, к максимальному коэффициенту зрелости».

Пример. Коэффициент зрелости густеры в октябре 4,8. Максимальный коэффициент зрелости для этого вида определяется от 10,7 до 16,3, в среднем 13,8.

Индекс зрелости:

$$\frac{4,8 \times 100}{13,8} = 34,8.$$

В сентябре индекс зрелости для густеры 29,0, а коэффициент зрелости 4,0. Сравняя приведенные цифры, можно видеть, что индекс зрелости более показателен, чем коэффициент зрелости: коэффициент зрелости 4,8 и 4,0, индексы зрелости 34,8 и 29,0.

Но и здесь работа не закончена. Еще сравнительно для небольшого количества видов рыб высчитаны средние величины максимального коэффициента зрелости, да и установленные средние максимальных коэффициентов еще могут потребовать новых материалов. П. А. Дрягин относительно максимального коэффициента делает следующие (предварительные) выводы, которые привожу сокращенно:

- 1) каждому виду рыб свойственен свой показатель зрелости, более или менее отличный от показателя других видов;
- 2) индивидуальная изменчивость коэффициента значительна;
- 3) виды рыб с порционным икротетанием обычно имеют несколько меньший коэффициент зрелости.

Общие замечания

Время наступления половой зрелости, т. е. способность к первому размножению, у разных видов рыб различна. Таким вопросом ихтиолог занимается обычно при определении возраста рыб. Исследованиями Фультона (Fulton, 1906) и особенно Дрягина¹ доказано, что размеры рыб при достижении их половой зрелости в 2 раза меньше средней максимальной длины.

При определении возраста впервые нерестующих рыб необходимо принимать во внимание общее правило: время наступления половой зрелости у одного и того же вида в сильной степени зависит от многих причин; кроме того, нужно устанавливать время половой зрелости для каждого вида рыб исследуемого водоема. Вместе с тем нужно вести наблюдения над созреванием яичников и семенников одновременно с наблюдениями метеорологическими и гидрологическими.

¹ П. А. Дрягин. Размеры рыб при наступлении половой зрелости. Рыбн. хоз. 1934, № 4.

Общим правилом является более раннее половое созревание самцов рыб. У лососей самцы становятся способными к размножению во время речного периода своей жизни, у самок этого не наблюдается. У морской камбалы (*Pleuronectes platessa*) Баренцова моря, как показали исследования Г. И. Милинского (Тр. Полярн. инст. рыбн. хоз., II, 1938), половая зрелость наступает у самцов преимущественно в возрасте 8—9 лет, а основная масса самок становится половозрелой не раньше 11—12-летнего возраста.

Фиксация половых желез производится различными способами, но наиболее пригоден тот способ, описание которого дается В. А. Мейеном в его «Инструкции по определению пола и степени зрелости половых продуктов у рыб» (1938), откуда мы и заимствуем это описание (с изменениями).

От одной половинки половой железы яичника или семенника берут три кусочка, объемом около 0,5 куб. см каждый: один кусочек отрезывается от головной части железы, другой — от срединной и третий — от хвостовой, так как степень зрелости железы в названных участках может быть различной. Взятые пробы фиксируются.

Фиксаторами названных кусочков железы могут быть или сулемной фиксатор или фиксатор Буэна.

Состав сулемного фиксатора: насыщенного водного раствора сулемы 100 куб. см и ледяной уксусной кислоты 5—6 куб. см. Фиксация продолжается 3—4 часа, после чего объект переносится в 80-градусный спирт, в котором и хранится. После спирта нужно объект поместить на одни сутки в слабый раствор иода на 96-градусном спирту (цвет крепкого чая), чтобы не дать сулеме кристаллизоваться.

Фиксирующая жидкость Буэна: насыщенного водного раствора пикриновой кислоты 15 частей, формалина (40-процентного) 5 частей и ледяной уксусной кислоты 1 часть. Фиксация продолжается 24 часа. После фиксации объект помещают на 1—3 часа в воду, которую несколько раз меняют, и затем объект кладется в 80-градусный спирт, где и хранится.

Хорошие результаты дает фиксатор из спирта и формалина: на 90 частей 70-градусного спирта берется 10 частей 40-процентного формалина.

Смесь Ценкера: 5 г сулемы, 2,5 г двуххромистого калия, 1 г сернокислого натра, 100 куб. см дистиллированной воды. Перед употреблением прибавляют 5 куб. см ледяной уксусной кислоты. Продолжительность фиксации до 24 часов.

Полезным руководством при гистологических работах с икрой рыб может служить книга Г. И. Роскина «Микроскопическая техника» (1946).