

**ОСОБЕННОСТИ СОЗРЕВАНИЯ И ПАТОЛОГИИ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ
БАРАБУЛИ *MULLUS BARBATUS PONTICUS*
И МЕРЛАНГА *ODONTOGADUS MERLANGUS EUXINUS* ЧЕРНОГО МОРЯ
© 2013 г. С. Г. Сергеева, Г. Г. Корниенко, Е. А. Самарская, И. В. Шишкина,
Н. И. Цема**

*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
Ростов-на-Дону 344002
E-mail: sgs1301@yandex.ru*

Поступила в редакцию 14.10.2013 г.

Представлены результаты трехлетних (2009–2011) исследований физиологического состояния и созревания барабули и мерланга. Достаточно продолжительный нерест сказывается на особенностях обмена веществ у этих рыб. В организме барабули в течение преднерестового периода поддерживается высокое содержание белка, жира и каротиноидов в печени и мышцах, необходимое для осуществления процессов гаметогенеза. Для мерланга с практически круглогодичным нерестом характерно высокое содержание жира в печени (до 77%). Асинхронный (непрерывный) тип вителлогенеза и порционный тип нереста обуславливает наличие в гонадах самок большого количества желтковых ооцитов разных размерных групп и созревание резервных ооцитов.

Ключевые слова: барабуля, мерланг, гонады, ооциты, стадия зрелости, физиологическое состояние.

ВВЕДЕНИЕ

У каждого вида рыб имеются свои особенности экологии нереста. Изменения физиологического состояния рыб происходят в соответствии с их годовым циклом, который в зависимости от видовой принадлежности подразделяют на определенные периоды (преднерестовый нагул, нерест, посленерестовый нагул, зимовка). Каждый из этих периодов характеризуется специфическими процессами развития половых клеток, состоянием половых желез и организма в целом и требует для своего прохождения определенных условий (Шульман, 1972; Кошелев, 1978; Успен et al., 1997). Степень асинхронности развития половых клеток, календарное время накопления питательных веществ в ооцитах, специфика овуляции и спермации, ритм размножения особей тесно связаны с условиями обитания. Для большинства черноморских рыб характерен порционный или непрерывный тип икрометания, причем период нереста охватывает несколько месяцев, практически все теплое время года (Успен, 1976). Барабуля и мерланг Черного моря представляют большой интерес для исследований из-за особенностей размножения.

В настоящее время барабуля является ценным объектом промыслового и любительского лова. В отличие от барабули специализированный промысел мерланга в России отсутствует, падение его уловов связано не с сокращением численности, а со снижением интенсивности промысла из-за отсутствия спроса у населения. Запасы и уловы этих объектов зависят от урожайности отдельных поколений; их численность в основном определяется температурными и кормовыми условиями

года, поэтому подробный анализ функционального состояния производителей позволяет уточнять промысловые прогнозы. Изучение возникающих морфофункциональных изменений у этих видов и поиск причин их возникновения имеют особую актуальность, так как позволяют оценить состояние популяций исследуемых рыб в современный период.

Цель настоящего исследования – изучение физиологического состояния и особенностей жизненного цикла барабули и мерланга. В связи с этим перед нами стояли следующие задачи: изучить состояние гонад в разные периоды жизненного цикла и некоторые физиологические показатели, характеризующие состояние организма рыб в эти периоды, оценить влияние отдельных факторов среды на процесс вителлогенеза и возникновения патологий созревания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования осуществляли в период с 2009 по 2011 гг. в разных районах Черного моря в пределах экономической зоны Российской Федерации в Черном море – от Керченского пролива до г. Адлер. Сбор проб проводили во время преднерестового пагула и нерестовых миграций рыб (март–май), нереста (июнь), летне-осеннего пагула (август–октябрь) и зимовки (февраль). В ходе проведенного обследования проанализировано 850 самок и самцов барабули и мерланга, для оценки физиологического состояния обработано 300 биохимических проб, просмотрено 50 гистологических препаратов, промерены диаметры ооцитов в 80 пробах, подсчитана плодовитость в 80 пробах.

Взятый для анализа экземпляр измеряли, определяли пол, оценивали общую экстерьерную характеристику. Пробы тканей (навеской до 50 г) замораживали и хранили в холодильнике при температуре -15°C . В качестве индикаторов физиологического состояния рыб использовали такие показатели, как содержание белка, влаги, жира и каротиноидов в мышцах, печени и гонадах. Для гистологического анализа образцы тканей гонад фиксировали в 10%-ном растворе формалина или смеси Буэна. После проводки через спирты возрастающей концентрации, ксилол, снегоподобную массу (парафин в ксилоле) делали парафиновую заливку. После парафиновой заливки на санном микротоме делали срезы тканей толщиной не более 7 мкм. Гистологические срезы окрашивали по методу Маллори (Роскин, 1951). Фиксированные препараты срезов тканей микроскопировали с помощью микроскопов «Olympus» (Япония) и «Jenamed» (Германия) при увеличении $\times 10 \times 20$. Диаметр ооцитов измеряли с помощью окуляр-микрометра. Степень зрелости половых продуктов оценивали на основании макроскопических признаков и гистологического анализа (Сакун, Буцкая, 1963). При микроскопировании окрашенных срезов определяли наличие/отсутствие отклонений в гистоструктуре половых желез. Для этого измеряли диаметры ооцитов, изучали строение их оболочек, структуру цитоплазмы (степень вакуолизации, диаметры желтковых гранул, параметры жировых включений), положение ядра в ооците, количество и расположение ядрышек, состояние фолликулярного эпителия и других тканей яичников (Трусов, 1964). Состояние семенников оценивали по присутствию в цистах семенников половых клеток разных фаз: сперматогониев, сперматид, спермиев (Турдаков, 1972). Для диагностики нарушений репродуктивной системы рыб использовали классификацию, предложенную Акимовой и Рубаном (1996). Резорбцию ооцитов оценивали

по изменению оболочек клеток и ядер, состоянию цитоплазмы, неравномерности окрашивания тканей и др.

Все методики, используемые при исследовании показателей, которые характеризуют физиолого-биохимическое состояние рыб, изложены в двух методических пособиях (Методы ..., 2005; Физиолого-биохимические ... исследования ..., 2005).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Барабуля *Mullus barbatus ponticus*

Черноморская барабуля относится к средиземноморскому комплексу в ихтиофауне Черного моря. В российском территориальном море обитает в основном барабуля северокавказского стада, характерной чертой которого являются протяженные нерестово-нагульные и зимовальные миграции (Надолинский, 2011). Основу нерестового стада барабули в Кавказском районе Черного моря в настоящее время составляют годовики со средней длиной 88 мм и массой 12 г (более 50%) и двухгодовики со средней длиной 109 мм и массой 22 г (более 20%). Морфофизиологические и биохимические показатели барабули изучали в разные периоды жизненного цикла у нескольких возрастных групп – у сеголеток, годовиков, двухгодовиков, трехгодовиков.

При нормальных температурных условиях года после осеннего нагула гонады самок и самцов барабули имеют II-III и III стадии зрелости, гонадосоматический индекс самок в этот период составляет 1,3% при индивидуальных колебаниях от 0,8 до 1,4%. В яичниках самок только 10% ооцитов находятся на стадии трофоплазматического роста, остальной фонд половых клеток – на стадии протоплазматического роста.

Весной (март – начало апреля) гонады самок, как и в зимний период, имеют II-III (до 10% исследованных рыб) и III стадии зрелости (до 90% исследованных рыб). Гонадосоматический индекс по сравнению с осенним периодом увеличивается с 1,3 до 1,7%. У рыб с гонадами III стадии зрелости соотношение ооцитов трофоплазматического и протоплазматического роста составляет 40:60. Гонады самцов в весенний период имеют III стадию зрелости, на гистологических препаратах гонад видны сперматозоиды I-го и 2-го порядков.

В конце апреля яичники большинства самок имеют III стадию зрелости, гонадосоматический индекс варьирует от 0,85 до 2,90%. Гонады более крупных самок переходят в III стадию зрелости раньше, чем у мелких рыб. Поэтому первыми на нерест идут повторно созревающие особи, а половозрелые годовики вступают в период нереста позже (Надолинский, 2011). К середине мая гонады всех самок имеют III стадию зрелости, гонадосоматический индекс варьирует от 1,2 до 4,3%. Гонады III стадии зрелости через 2–3 нед., т.е. в конце мая – начале июня, переходят в IV стадию. Они сильно увеличиваются в объеме и заполняют большую часть брюшной полости. У самок, обследованных в середине июня, гонадосоматический индекс составлял 6,2% при индивидуальных значениях от 3,9 до 8,4%. В этот период у отдельных особей отмечается резорбция 1–2% ооцитов. Среди обследованных самок выявлены особи с гонадами, в которых резорбция затронула до 30% икринок (рис. 1, 2). Нерест у барабули, как и у большинства черноморских рыб, порционный, что подтверждается гистологическими исследованиями гонад.



Рис. 1. Внешний вид гонад барабули III стадии зрелости; (→) – участок гонады с резорбированными ооцитами.

Fig. 1. Golden mullet gonads at the 3rd stage of maturity; (→) – part of the gonad with resorbed oocytes.

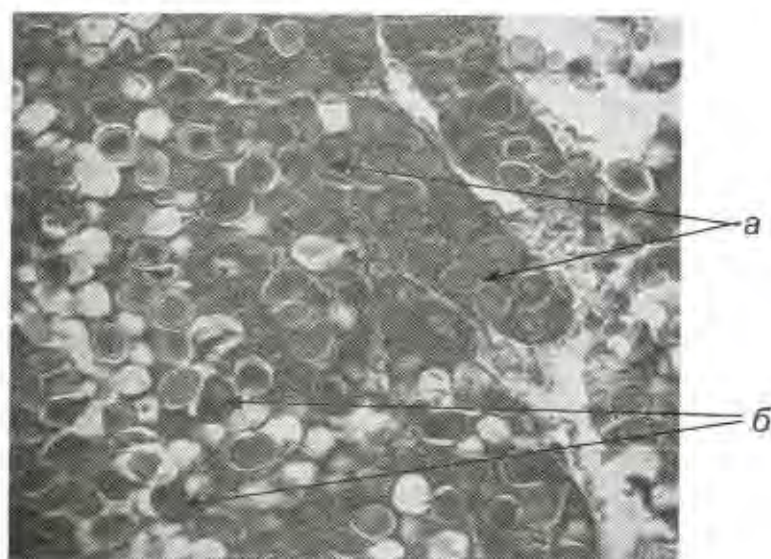


Рис. 2. Резорбция ооцитов в ячнике барабули III-IV стадии зрелости: *a* – нормально развивающиеся ооциты, *b* – резорбированные ооциты. Увел.: $\times 10 \times 20$.

Fig. 2. Oocyte resorption in the golden mullet ovary 3rd-4th stages of maturity: *a* – normal development of oocytes, *b* – resorbed oocytes. Magnification: $\times 10 \times 20$.

Многопорционный нерест обуславливает наличие большого количества желтковых ооцитов разных размерных групп в течение длительного периода и созревание резервных ооцитов на протяжении всего нерестового сезона, который в зависимости от температурных условий года и наличия резервных веществ в организме рыб может длиться у черноморского стада барабули до 2–3 мес. (Овен, 1976). На

гистологических срезах яичника IV стадии зрелости видны наполненные желтком ооциты и весь комплекс ооцитов более ранних фаз развития – ооциты фазы первоначального накопления желтка, фазы вакуолизации цитоплазмы и ооциты периода малого роста (рис. 3). Промеры и подсчет количества желтковых ооцитов показали, что их размеры изменяются от 50 до 500 мкм, причем группа наиболее крупных ооцитов (400–500 мкм) – самая малочисленная, а мелкие ооциты составляют самую многочисленную группу (рис. 4). Гистограммы распределения размеров ооцитов у барабули свидетельствуют о непрерывном типе икрометания у этого вида, однако на гистограмме количество порций подсчитать невозможно из-за отсутствия «разрывов» между группами ооцитов разных размеров. По наличию пустых фолликулов можно судить о вымете порции икры. У рыб с гонадами IV стадии зрелости величину порции определяет количество крупных ооцитов (500 мкм). У самок в возрасте 2 лет в одной порции икры 3900–4200 икринок при массе одного ооцита 0,065–0,072 мг. А у самок в возрасте 1 года плодовитость достигает 3000–3200 икринок при массе одного ооцита 0,043–0,048 мг.

После нереста пол у барабули определить невозможно. Только к концу сентября начинается формирование половых продуктов. У 30–50% самок в этот период гонады имеют стадию зрелости II–III. Результаты изучения морфофизиологических индексов барабули показали, что диапазон средних значений и сезонных колебаний у разновозрастных особей достаточно велик. Индекс печени (ИП) тесно связан с длиной рыб, увеличиваясь у более крупных рыб. В ходе созревания рыб от февраля к июню происходит увеличение ИП от 1,3 до 2,0–2,2%, что связано с огромными пластическими тратами на рост и созревание ооцитов.

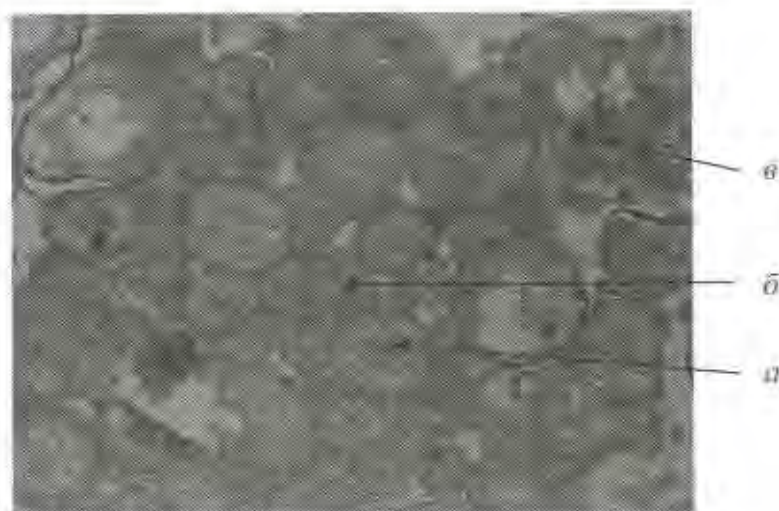


Рис. 3. Порционность созревания ооцитов в яичнике барабули IV стадии зрелости: *а* – созревающий ооцит, *б* – ооцит стадии начала трофоплазматического роста, *в* – ооцит стадии протоплазматического роста. Увел.: $\times 10 \times 20$.

Fig 3. Fractional spawning of the mullet females, the 4th stage of maturity: *a* – oocytes of primary accumulation of yolk, *б* – oocytes at the stage of cytoplasm vacuolization, *в* – oocyte of protoplasmatic growth. Magnification: $\times 10 \times 20$.

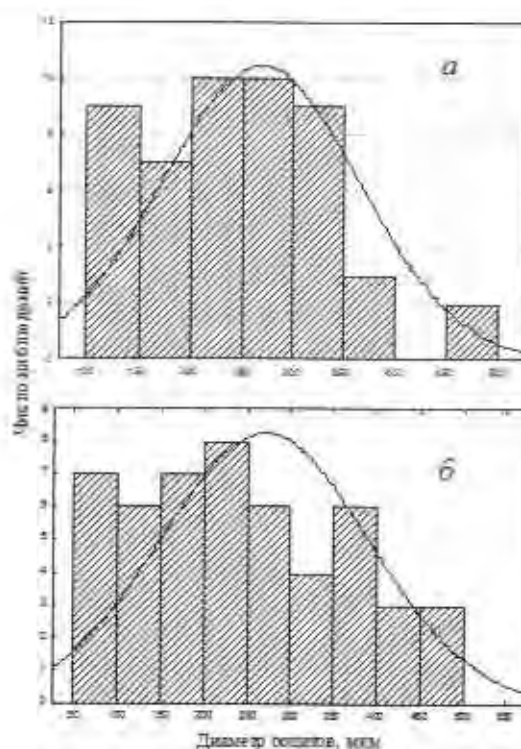


Рис. 4. Распределение размеров ооцитов в гонадах IV стадии зрелости у самок барабули, Агой, июнь 2010 г.: *а* – самка массой тела 40,8 г, длиной 140 мм, массой гонад 2,99 г, числом икринок в 1 г 1410 шт., плодовитостью одной порции икры 4216 шт., массой одной икринки 0,071 мг; *б* – самка массой тела 23,455 г, длиной 110 мм, массой гонад 1,5 г, числом икринок в 1 г 2160 шт., плодовитостью одной порции икры 3240 шт., массой одной икринки 0,046 мг.

Fig 4. Size distribution of mullet oocytes at the 4th stage of maturity, village Agoi, June, 2010: *a* – the female whose body weight is 40,8 g, length is 140 mm, weight of gonads is 2,99 g, number of eggs is 1410 per 1 g, the fecundity of one portion of eggs is 4216, the weight of one egg is 0,071 mg; *b* – the female whose body weight is 23,455 g, length is 110 mm, weight of gonads is 1,5 g, number of eggs is 2160 per 1 g, the fecundity of one portion of eggs is 3240, the weight of one egg is 0,046 mg.

Уровень запасов белковых и жировых веществ в органах и тканях самок барабули довольно высок, что выделяет эту рыбу среди других черноморских объектов. Значительное содержание жира (до 30% у отдельных особей) и белка (до 200 мг/г) в мышцах определяет ее высокие вкусовые качества и делает эту рыбу ценным и дорогим объектом промысла.

В зимний период самки с гонадами III-IV стадии зрелости характеризуются высоким уровнем белка в мышцах, гонадах и печени (до 205, 200 и 186 мг/г соответственно), количество жира относительно низкое (до 17, 15 и 22% соответственно). В преднерестовый период содержание жира в мышцах, гонадах и печени возрастает и при хороших условиях пагула в период, предшествующий нересту, достигает в среднем 25, 26 и 34% соответственно. Для обеспечения процессов созревания половых продуктов и нереста в печени самок депонируется достаточное количество липидов.

Характерной особенностью биологии барабули являются протяженные нерестово-пагульные миграции. В нерестовый период она питается регулярно. Однако в связи с длительным периодом размножения (около 3 мес.) и ежесуточным

икрометанием происходят значительные траты питательных веществ на активное движение и развитие генеративной ткани, о чем свидетельствует снижение содержания белка и липидов в теле рыб. По сравнению с весенним периодом в период перероста отмечается снижение жирности печени до 22–26% (в зависимости от возраста рыб). Аналогичная картина отмечается и в динамике содержания белка.

В осенний период, когда происходит активный нагул барабули, отмечается значительное увеличение жирности печени и мышц соответственно до 45 и 30%, содержание белка в мышцах и печени еще невысокое, но достигает оптимальных значений – 145 и 170 мг/г соответственно.

Еще одна особенность барабули – очень высокое содержание каротиноидов, являющихся как биомаркерами качества репродукции, так и активными антиоксидантами. По запасам каротиноидов печень барабули многократно превосходит другие ткани не только у барабули, но и у других видов азово-черноморских рыб. Удельное содержание каротиноидов в печени, гонадах и мышцах самок в преднерестовый период с гонадами III–IV стадии зрелости составляет до 260, 2,7 и 17 мкг/г сырой ткани соответственно. Во время нереста концентрация каротиноидов в печени немного ниже (230 мкг/г сырой ткани), в гонадах – следовые количества (0,5 мкг/г сырой ткани), а в мышцах – в два раза ниже (8,3 мкг/г сырой ткани), чем в преднерестовый период. В нагульный период, когда рыбы активно питаются, запасы каротиноидов в печени значительно возрастают. Высокое содержание каротиноидов в печени позволяет обеспечивать многократное формирование порций икры в течение одного сезона, а также важно для снижения токсического воздействия на рыб.

Таким образом, преднерестовый период для барабули характеризуется мобилизацией резервов на нужды гаметогенеза и отрицательным жировым балансом. При переходе гонад из III в IV стадию зрелости увеличивается их абсолютная и относительная масса, а также содержание жира. В нерестовый период отмечаются значительные траты трофических и пластических веществ для обеспечения длительного процесса перероста, о чем свидетельствует снижение всех изучаемых показателей.

Нестабильность факторов среды может приводить к смещению сроков созревания производителей, что носит приспособительный характер, обеспечивая появление молоди и ее рост в оптимальных условиях. Одними из основных факторов, определяющих характер и сроки созревания половых продуктов, а также развитие молоди, являются температура воды и обеспеченность пищей. Если массовый перест барабули отмечается рано, подростная молодежь успевает выйти на нагул в Азовское море, где в это время хорошая кормовая база, поэтому в Азовском море линейно-массовый рост младших возрастных групп выше, чем таковой в Черном море (Надолинский, 2011). В результате позднего перероста в 2010 г. до 80% молоди барабули осталось на нагул в Черном море. В октябре сеголетки имели сниженные по сравнению со среднемноголетними значениями размерно-массовые показатели и показатели нагула. Затяжная холодная весна 2011 г. также не способствовала нормальному созреванию и хорошему нагулу младшевозрастных групп. По сравнению с осенним периодом 2010 г. отмечено снижение за зимовку содержания белка и жира в мышцах, а также уменьшение коэффициента убитанности у самок. У большинства обследованных в III декаде марта 2011 г. впервые созревающих самок

барабули гонады имели II, II-III и III стадии зрелости, гонадосоматический индекс варьировал от 0,87 до 1,64% при среднем значении 1,19%. Однако у 10% рыб с гонадами II стадии зрелости созревающих ооцитов не отмечали, их гонадосоматический индекс составил <0,3%. У повторно созревающих рыб (двухгодовики) гонадосоматический индекс варьировал от 1,18 до 1,58% при среднем значении 1,37%.

В преднерестовый период в первой декаде июня 2011 г. у 30% самок яичники имели III стадию зрелости, гонадосоматический индекс составил 1,6%, у 70% – III-IV стадию зрелости, гонадосоматический индекс – 1,8–2,0%. В аналогичный период 2010 г. все самки барабули были с гонадами IV стадии зрелости, а гонадосоматический индекс достигал 6,28% при индивидуальных колебаниях от 3,9 до 8,4%. Гонады самцов барабули также имели III и III-IV стадии зрелости (гонадосоматический индекс 0,9–3,0%). При нормальном созревании половых продуктов отмечается почти синхронное развитие ооцитов до фазы E, в последующем происходит их постепенное созревание и вымет порций икры. У обследованных в 2011 г. самок на гистологических препаратах яичников стадии зрелости III-IV виден весь комплекс ооцитов более ранних фаз развития – ооциты фазы первоначального накопления желтка, фазы вакуолизации цитоплазмы и ооциты периода малого роста. Измерение диаметра и подсчет количества желтковых ооцитов показал, что их размеры изменялись от 50 до 700 мкм. Причем группа наиболее крупных ооцитов (450–700 мкм) – самая малочисленная, их цитоплазма была однородной и в ней просматривались мелкие вакуоли, а капли жира и зерна желтка распределялись равномерно. Основная масса ооцитов имела размеры от 50 до 200 мкм (рис. 5).

Таким образом, низкий уровень накопления запасных веществ у сеголеток поколения 2010 г. и неблагоприятные температурные условия (холодная и затяжная весна 2011 г.) способствовали плохой подготовленности к нересту и сдвигу сроков созревания впервые нерестующих рыб. Нерест у таких самок был поздним

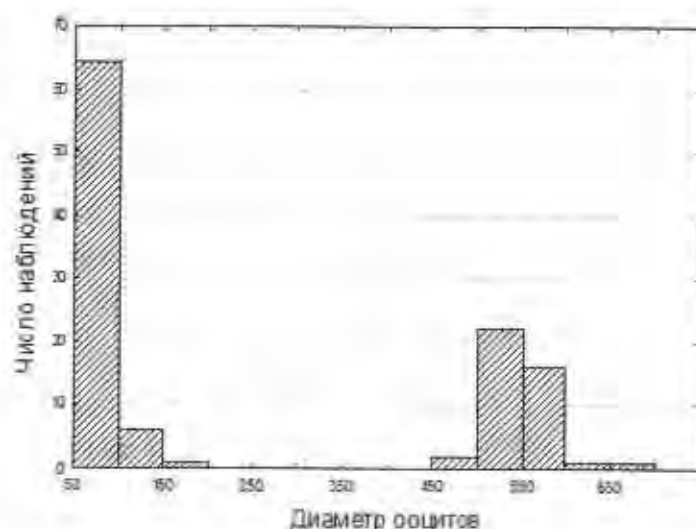


Рис. 5. Распределение размеров ооцитов самки барабули III-IV стадии зрелости гонад в преднерестовый период в мае 2011 г. Масса тела 19,4 г, длина 105 мм, масса гонад 0,35 г.

Fig 5. Size distribution of mullet oocytes at the 3–4th stage of maturity. May, 2011. The fish body weight is 19,4 g, the length is 105 mm, the weight of gonads is 0.35 g.

и низкоэффективным, а часть рыб может созреть только в возрасте двухгодовиков (т. е. на следующий год) после весенне-летнего нагула в Азовском море.

Мерланг *Odontogadus merlangus euxinus*

Мерланг в Черном море нерестится в течение всего года, выделить нерестовый период по срокам не представляется возможным. Однако массовый нерест приурочен к холодному времени года (декабрь – апрель). Зимой и ранней весной мерланг перестится в верхнем 80-метровом слое воды при температуре 7–8°C, а с повышением температуры воды в прибрежной зоне уходит в промежуточный слой воды на глубину с постоянной температурой воды 6–8°C. Расхождения в сроках нереста у черноморской популяции мерланга могут определяться паличием различных экологических группировок в пределах вида, а также особенностями созревания различных возрастных (размерных) групп (Овен, 1975).

В течение всего периода исследований с февраля по сентябрь в уловах отмечались самки с гонадами II, II-III, III, IV и VI-II стадий зрелости, при этом гонадосоматический индекс обследованных рыб варьировал от 1 до 17%.

В зимний период преобладали рыбы с гонадами IV стадии зрелости, величина гонадосоматического индекса составляла 9,5–11%. У единичных особей выявлялась жировая резорбция зрелых ооцитов.

С повышением температуры воды в марте отмечали самок с гонадами III, III-IV и IV стадий зрелости. Гонадосоматический индекс в выборке изменялся от 2,8% (III стадия зрелости) до 13,1% (IV стадия зрелости). При микроскопическом обследовании гистологических препаратов выявлено, что в гонадах стадии зрелости III-IV до 40% ооцитов находилось на стадии конца протоплазматического роста, до 35% – на стадии начала трофоплазматического роста и до 25% – на стадии конца трофоплазматического роста. В весенний период у 10% рыб с гонадами IV стадии ооциты фазы конца трофоплазматического роста были с утолщенными оболочками (начальные стадии резорбции). В середине мая при высоких температурах воды гонадосоматический индекс у отдельных самок изменялся от 1,0 до 11,2%, массово отмечались рыбы со следами нереста нескольких порций икры, что определяется по паличию лопнувших и опустевших фолликулов, составляющих до 30–60% от количества зрелых яйцеклеток.

Биометрический анализ яичников мерланга показал паличие нескольких генераций желтковых ооцитов. В разгар нереста отмечалось обособление желтковых ооцитов от резервных. В гонадах рыб, отловленных в марте, диаметр ооцитов варьировал от 50 до 1350 мкм, на гистограммах видны отдельные генерации икры, соответствующие отдельным порциям икрометания. Как видно из данных рис. 6, у проанализированных самок можно выделить 6–7 таких генераций, т. е. за нерестовый сезон эти рыбы могут выметать до шести и более порций икры. Ооциты младших генераций составляют значительное большинство. Судя по значительным «разрывам» на гистограммах, между этими порциями ооцитов промежутки времени до созревания следующих порций могут быть достаточно большими.

Анализ гистограмм распределения ооцитов разных генераций (рис. 6) у самок мерланга через 2 мес. (май) показал, что картина распределения изменилась. Диаметр ооцитов варьировал от 150 до 850 мкм, отсутствовали как мелкие резервные ооциты (диаметр от 50 до 150 мкм), так и дефинитивные, что свидетельствует

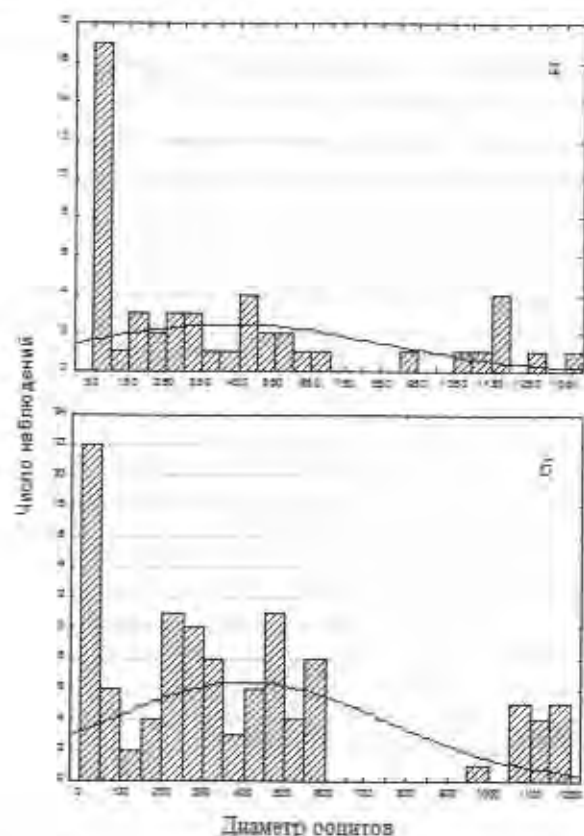


Рис. 6. Распределение размеров ооцитов в гонадах IV стадии зрелости у самок мерланга, Лазаревское, май 2010: *а* – самка массой тела 67,1 г, длиной 200 мм, массой гонад 7,5 г, плодовитостью одной порции икры 24750 шт., массой одной икринки 0,303 мг; *б* – самка массой тела 49,7 г, длиной 178 мм, массой гонад 3,3 г, плодовитостью одной порции икры 7590 шт., массой икринки 0,435 мг.
Fig. 6. Size distribution of whiting oocytes at the 4th stage of maturity, village Lazarevskoye, May, 2010: *a* – the female whose body weight is 67,1 g, length is 200 mm, weight of gonads is 7,5 g, the fecundity of one portion of eggs is 24750, the weight of one egg is 0,303 mg; *b* – the female whose body weight is 49,7 g, length is 178 mm, weight of gonads is 3,3 g, the fecundity of one portion of eggs is 7590, the weight of one egg is 0,435 mg.

о нересте как минимум двух-трех порций икры. Уменьшилось количество созревающих ооцитов. У самки мерланга, чей размерный ряд ооцитов представлен на рис. 6, *а*, вымет порции икринок только произошел, новая генерация еще не созрела. У самки, чей размерный ряд представлен на рис. 6, *б*, происходило созревание очередной порции икры.

Таким образом, характер распределения ооцитов разных размеров свидетельствует о том, что черноморский мерланг относится к рыбам с прерывистым типом созревания и многопорционным икрометанием. Количество желтковых ооцитов уменьшается от февраля к маю. Наиболее интенсивно нерест проходит с февраля по начало апреля, в этот период у самок мерланга отмсчается несколько порций ооцитов, созревающих друг за другом в течение небольшого промежутка времени (6–10 сут.). С повышением температуры воды процесс созревания замедляется, и нерест очередной порции икры происходит через большие промежутки

времени. В конечном счете нерест одной самки может продолжаться до нескольких месяцев (Овси, 1975). В мае, когда у мерланга снижается интенсивность икрометания, гистологическое обследование гонад выявляет резорбцию ооцитов у 30% рыб (рис. 7). В отдельных клетках отмечена фестончатая плазмолемма, просветленное перинуклеарное пространство и сильно расширенная радиальная оболочка.

Плодовитость одной порции икры зависит от массы и возраста самки. Так, у самок в возрасте 3 лет число икринок в одной порции составляет 7500–8000 шт. при массе одной икрипки 1,15 мг (рис. 6, б), а у самок в возрасте 2 лет – 3800–4100 икринок при массе одной икрипки 0,98 мг (рис. 6, а). Количество зрелых икринок составляет 4–7% от общего количества зрелых и желтковых ооцитов. Таким образом, общее число овариальных ооцитов у самок мерланга может достигать 60–200 тыс. штук в зависимости от возраста и размеров рыб.

Летом (июль) гистологический анализ яичников показал, что только у 30% самок вымета первых порций икры не происходило. У остальных рыб в строме встречались остаточные фолликулы (состояние после овуляции порции икры). У 20% рыб отмечались резорбирующиеся зрелые клетки в количестве 50% от общего фонда яйцеклеток, остальные яйцеклетки нормальные.

Осенью (октябрь) состояние гонад у мерланга разнокачественное: гонады самок находились на II–III (до 20% незрелых рыб), II–III и III (до 35%) и IV стадиях зрелости (до 45% рыб). Гонадосоматический индекс изменялся от 0,9% у рыб со II стадией зрелости до 11,5% – у рыб с IV стадией зрелости.

На основании распределения трофопластических веществ мерланг относится к рыбам с низким содержанием жира в мышцах. Мышцы оводненные (свыше 80% влаги на сухой вес), содержание жира в них не превышает 3,5% (0,7% на сырое вещество), белка – 110–120 мг/г, что ухудшает пищевые качества мерланга и соответственно снижает спрос у населения на эту рыбу. Так как нерест у мерланга

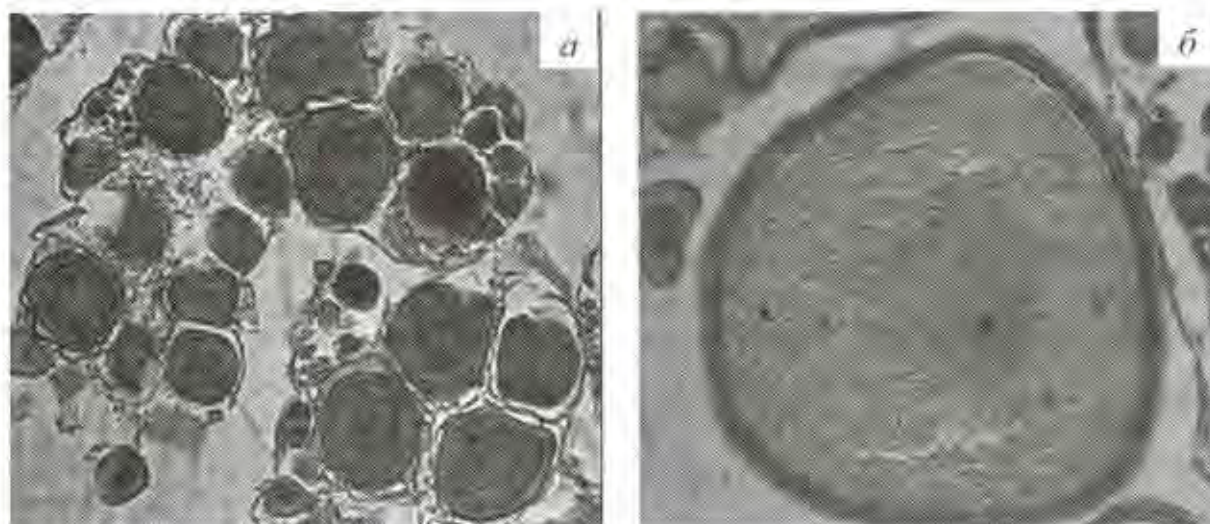


Рис. 7. Гонады мерланга: а – ооциты IV стадии зрелости, б – резорбированный ооцит мерланга. Увел.: $\times 10 \times 20$.

Fig 7. Gonads of whiting females: а – oocytes at maturity stage IV, б – a resorbed oocyte of the whiting. Magnification: $\times 10 \times 20$.

длительный и в основном происходит при низких температурах воды, для обеспечения генеративных процессов требуется значительное количество энергии. Основным депонирующим органом у мерланга является печень, которая составляет в среднем 7% от массы тела. Во все периоды жизненного цикла в ней присутствует значительное количество липидов (до 77% в период нагула), которые используются организмом при тратах в зимний период и на обеспечение нереста. Высокая жирность печени сопровождается низким содержанием влаги (до 36%). При этом количество белка в печени невысокое. Содержание жира и белка в гонадах достигает соответственно 6,5% и 130 мг/г. Высокие запасы жира в печени мерланга обеспечивают ему нормальное протекание репродуктивного процесса – наиболее важного этапа в жизненном цикле рыб.

Самки, гонады которых в осенний период находятся на II-III стадии зрелости (т. е. отнерестившиеся рыбы), характеризуются увеличенной массой печени (ИП = 9,2), высоким содержанием белка в мышцах (до 160 мг/г), гонадах (до 150 мг/г) и печени (до 155 мг/г). Эти рыбы в осенний период интенсивно нагуливаются. У самок, гонады которых имеют IV стадию зрелости, ИП вдвое ниже (5%), гонадосоматический индекс изменяется от 6 до 11,5%. Рыбы истощены, содержание белка в мышцах в среднем составляет не более 72 мг/г, в печени – 85 мг/г, что в 1,5–2 раза ниже, чем у рыб с гонадами II-III стадии зрелости. При этом содержание белка в икре находится в оптимальных пределах – 158 мг/г. Таким образом, затянутый нерест негативно сказывается на физиологическом состоянии рыб в осенний период, что может вывести часть рыб из нерестового фонда. Подтверждением этому является наличие в зимний период рыб с резорбцией ооцитов в гонадах.

По сравнению с барабулей содержание каротиноидов в печени и гонадах зрелых самок мерланга очень низкое, в мышцах каротиноиды практически не определяются. В зимний период этот показатель в печени составляет 3,2 мкг/г (для сравнения: у барабули – 258 мкг/г), в гонадах – 2,6 мкг/г сырой ткани, а летом снижается вдвое.

Полученные нами данные свидетельствуют о нормальном ходе созревания и нереста мерланга. Патология развития половых продуктов затрагивает только поздние порции икры. Физиологическое состояние мерланга характеризуется высоким уровнем трофопластических веществ в печени и гонадах, что позволяет самкам мерланга обеспечивать длительный многопорционный нерест.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение жизненного цикла барабули и мерланга показало, что порционный и достаточно продолжительный нерест сказывается на особенностях обмена веществ. В гонадах самок этих видов отмечено наличие большого количества желтковых ооцитов разных размерных групп, которые созревают в течение длительного времени, поэтому нерестовый сезон в зависимости от температурных условий года и наличия резервных веществ в организме рыб может длиться у черноморского стада барабули до 2–3 мес., а у мерланга – практически в течение года.

Результаты исследований трех последних лет позволили получить данные, свидетельствующие о высокой адаптивной способности барабули, о наличии физиологических механизмов, позволяющих ей успешно поддерживать

репродуктивный статус и противостоять негативному влиянию окружающей среды. В организме рыб в течение всего преднерестового периода поддерживается высокое содержание белка, жира, а также каротиноидов как в печени, так и в мышцах.

Физиологическое состояние мерланга характеризуется высоким уровнем трофопластических веществ в печени, что позволяет самкам мерланга обеспечивать длительный многопорционный нерест. Наиболее интенсивно нерест проходит с февраля по начало апреля, в этот период у самок мерланга созревают друг за другом несколько порций ооцитов в течение небольшого промежутка времени (6–10 сут.). В мае, когда интенсивность икрометания у мерланга снижается, при гистологическом обследовании гонад у 30% рыб выявлены процессы резорбции ооцитов. Высокие репродуктивные возможности и практически постоянный в течение года нерест позволяют этому виду поддерживать достаточно высокую численность популяции в Черном море.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акимова Н. В., Рубан Г. И. Систематизация нарушений воспроизводства осетровых (Acipenseridae) при антропогенном воздействии // *Вопр. ихтиологии*. 1996. Т. 36. № 1. С. 65–80.

Кошелев Б. В. Эколого-морфологическое исследование гаметогенеза, половой цикличности и размножения рыб // *Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб*. М.: Наука, 1978. С. 10–42.

Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне. Краснодар: Просвещение-Юг, 2005. 352 с.

Надолинский В. П. Черноморская барабуля: распределение, состояние популяции, запасы и промысел в Азово-Черноморском бассейне // *Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна*. Ростов-на-Дону: АЗНИИРХ, 2011. С. 130–140.

Овен Л. С. Особенности оогенеза и характер нереста морских рыб. Киев: Наук. думка, 1976. 132 с.

Роскин Г. И. Микроскопическая техника. М.: Сов. наука, 1951. 447 с.

Сакун О. Ф., Буцкая Н. А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. М.: Рыб. хоз-во, 1963. 84 с.

Трусов В. З. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // *Тр. ВНИРО*. 1964, Т. 56. Вып. 3. С. 69–78.

Турдинов А. Ф. Воспроизводительная система самцов рыб. Фрунзе: Илим, 1972. 245 с.

Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна. Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. 100 с.

Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.

Veena K. B., Radhakrishnan C. K., Chacko J. Depletion of energy reserves during development in *Etroplus maculatus* (Bloch) // *Indian J. Mar. Sci.* 1997. V. 26. № 1. P. 101–103.

MATURATION SPECIFICITIES AND PATHOLOGY OF REPRODUCTIVE

**PRODUCTS OF RED MULLET *MULLUS BARBATUS PONTICUS* AND WHITING
ODONTOGADUS MERLANGUS EUXINUS IN THE BLACK SEA**

© 2013 y. S. G. Sergeeva, G. G. Kornienko, E. A. Samarskaya, I. V. Shishkina,
N. I. Tsema

Azov Fisheries Research Institute, Rostov-on-Don 344002

Results are presented of studies on physiology and maturation of red mullet and whiting that were conducted in 2009–2011. Prolonged spawning of the fish affects their metabolic characteristics. High content of proteins, fats and carotinoids necessary for gametogenesis is kept in the liver and muscles of red mullet. High content of fats in liver (77%) is typical for whiting with its almost all-year-round spawning. Continuous type of vitellogenesis and the fractional type of spawning determine the great amount of yolk oocytes of different size and the maturation of reserved oocytes.

Keywords: red mullet, whiting, gonads, oocytes, maturation stage, physiological status.