

УДК 597.556.35–135.1

В.М. Латышова¹, М.И. Бойко^{2*}¹ Дальневосточный федеральный университет,
690922, г. Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, 10;² Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ И ПЛОДОВИТОСТЬ ПОЛОСАТОЙ КАМБАЛЫ *LIOPSETTA PINNIFASCIATA*

Установлено, что индивидуальная и возрастная вариабельность диаметра икринок полосатой камбалы *Liopsetta pinnifasciata* слабо выражена. Темпы полового созревания у самцов выше, чем у самок. Продолжительность жизни больше у самок. На начальных этапах жизненного цикла преобладают самцы, а с возраста 6+ в поколениях встречаются только самки, которые доживают до 12 лет. Возрастная изменчивость вклада самок в популяционную плодовитость зависит от динамики численности.

Ключевые слова: полосатая камбала, *Liopsetta pinnifasciata*, половое созревание, индивидуальная плодовитость, популяционная плодовитость, диаметр икринок, самцы, самки.

DOI: 10.26428/1606-9919-2017-190-79-84.

Latyshova V.M., Boyko M.I. Sexual maturation and fecundity of barfin plaice *Liopsetta pinnifasciata* // Izv. TINRO. — 2017. — Vol. 190. — P. 79–84.

There is determined for barfin plaice *Liopsetta pinnifasciata* that individual and age variability of its eggs diameter is poorly expressed, relative fecundity has no age variability, individual fertility increases with age (from 53,000 to 730,000 eggs) proportionally to the gonads growth, males mature faster and reach puberty in the main in the first year of their life (percentage of spawning males/females is 68/12 in the age of 1 year, 100/31 in the age of 2 years, 100/45 in the age of 3 years, and only in the age of 4 years all females spawn), but females have longer life span and the females only are presented in the age 6+ and older, for the most part they live up to 10 years, reaching the length of 39 cm, and the maximal their age is 12 years. So, the males prevail in the younger age groups and the females in the elder age groups; periods of puberty are 7–8 years for females and 4–5 years for males that is 67–89 % of the life span for both sexes. The age groups 3+...6+ make the highest contribution to population fecundity.

Key words: barfin plaice, *Liopsetta pinnifasciata*, sexual maturation, individual fecundity, population fecundity, egg diameter, male, female.

Введение

Полосатая камбала *Liopsetta pinnifasciata* относится к низкбореальным приазиатским видам. Распространена в северо-западной части Японского и в южной части Охотского морей (Линдберг, Федоров 1993; Соколовский и др., 2011). Вследствие

* Латышова Валерия Михайловна, магистр, e-mail: latyshova.valeriya@bk.ru; Бойко Максим Игоревич, инженер, e-mail: maksim.boyko@tinro-center.ru.

Latyshova Valeria M., master, e-mail: latyshova.valeriya@bk.ru; Boyko Maksim I., engineer, e-mail: maksim.boyko@tinro-center.ru.

обитания преимущественно на мелководье для тралового промысла этот вид большого значения не имеет, но является традиционным объектом прибрежного рыболовства: в холодный период года полосатая камбала в массовых количествах заходит в прибрежные пассивные орудия лова. Зимний лов этой рыбы не требует значительного финансирования и высоких трудозатрат.

У полосатой камбалы ранее изучались особенности распределения, ранние этапы онтогенеза, экология нереста, а также морфология чешуи (Перцева-Остроумова, 1961; Вдовин, Швыдкий, 1993; Бойко, 2014). Имеются фрагментарные данные по плодовитости (всего две самки) (Перцева-Остроумова, 1961).

Целью нашей работы является описание полового созревания, абсолютной, индивидуальной, относительной и популяционной плодовитости полосатой камбалы зал. Петра Великого (Японского моря).

Материалы и методы

Материал собран в 2010–2015 гг. в зал. Петра Великого (Японское море) в научно-исследовательских рейсах и на наблюдательных пунктах ТИНРО-центра. Вылов рыб осуществлялся вентерями, ставными сетями и донными тралами разных конструкций. Было промерено 5257 особей полосатой камбалы. На биологический анализ взято 532 экз. При вскрытии пол рыбы определяли визуально; измеряли полную длину (TL) (Правдин, 1966; Тупоногов, Кодолов, 2014). Пробы чешуи собирали под спинным плавником в середине глазной стороны тела; у рыб $L < 10$ см при отсутствии чешуи в указанном месте пробы брали на этой же стороне тела с других участков выше боковой линии. Методика определения возраста полосатой камбалы по чешуе и отолитам описана в статье А.Н. Вдовина с соавторами (2017а).

Выборка для определения плодовитости была сформирована из улова вентера в Тавричанском лимане Амурского залива 24.12.2013 г. Для изучения плодовитости пробы гонад были взяты у 21 особи на IV стадии зрелости гонад. Пробы хранились в 4 %-ном растворе формалина. Дополнительно была привлечена имеющаяся информация в литературе по плодовитости двух самок полосатой камбалы длиной 220 и 280 мм (Перцева-Остроумова, 1961). В нашей выборке длина самок колебалась от 302 до 363 мм, в среднем 333 мм. Для построения размерных кривых данные промеров пересчитывались на уловы с применением дифференцированных коэффициентов уловистости для камбал зал. Петра Великого (Вдовин, 2000). Модифицированные значения массовых промеров группировались по возрасту с помощью размерно-возрастного ключа.

Пробы по плодовитости пересчитывались на индивидуальную плодовитость весовым способом. Диаметр икринок измерялся в миллиметрах окуляр-микрометром на бинокуляре МБС-10 преимущественно при увеличении 0,6 x 8,0.

Результаты и их обсуждение

Просмотр икринок показал, что они были морфологически однородные, типичные для IV стадии зрелости — бластодиск глубоко, практически не виден. Икринки заполнены желтком, не гидратированы (Иванков, 1987). По данным Т.А. Перцевой-Остроумовой (1961) также наблюдалась однородность икринок. Отсутствие разнородных порций в яичниках позволяет предположить единовременное икрометание у полосатой камбалы. Однако нам встречались самки на стадиях зрелости V–VI, VI–II с частично выметанными половыми продуктами. Подобное явление отмечается у минтая *Theragra chalcogramma*, выметывающего несколько микропорций икры с интервалами в несколько суток, — так называемая ложная порционность (Шунтов и др., 1993). Нерестится полосатая камбала в январе-марте подо льдом. Икра, как и у большинства других видов камбал, — пелагическая (Перцева-Остроумова, 1961).

В наших пробах диаметр икринок у полосатой камбалы колебался от 0,68 до 1,82 мм, составляя в среднем 0,90 мм. Следует указать, что размеры снимались с заформалиненных икринок. По устному сообщению ихтиолога канд. биол. наук А.И. Варкентина, размеры нативных икринок больше зафиксированных в формалине приблизительно на

5 %. Таким образом, средний диаметр икринок мог составлять примерно 0,95 мм. В дальнейшем диаметр икринок по мере созревания яичников увеличивается за счет их гидратации. При икротетании, попав в воду, икринка разбухает. Диаметр выметанных икринок составлял 1,43–1,61 мм (Перцева-Остроумова, 1961).

Несмотря на то что крайние размеры икринок различаются в 2,7 раза, вариабельность диаметра икринок невысока. Средний диаметр икринок в пробах колеблется от 0,85 до 1,19 мм (см. таблицу). Изменчивость размеров икринок у каждой отдельной самки характеризуется весьма низкой вариабельностью. Коэффициент вариации колеблется от 5,5 до 18,5 %, составляя в среднем 12,9 %. Отметим, что в нашей генеральной выборке не проявлялись тенденции увеличения или уменьшения диаметра икринок с увеличением размеров и возраста рыб (см. таблицу).

Минимальные, максимальные и средние показатели длины тела, абсолютной и относительной плодовитости, а также диаметра икринок в зависимости от возраста самок полосатой камбалы
Minimum, maximum and average indices of body length, absolute and relative fecundity, and egg diameter in dependence on age for barfin plaice females

Возраст, годы	n	L, мм	R, тыс. шт.	R/L	Диаметр икринок, мм
3+	1	321	319,5	995	1,19
4+	5	302–342 : 319	112,2–360,8 : 281,9	503–902 : 704	0,68–1,63 : 0,85
5+	12	322–357 : 335	246,6–381,9 : 323,1	765–1120 : 962	0,74–1,14 : 0,94
6+	2	344–351 : 347	357,7–451,2 : 405,9	1039–1293 : 1166	0,68–1,02 : 0,85
7+	1	363	348,7	960	1,19

Примечание. L — длина особей (минимум-максимум : среднее); R — абсолютная индивидуальная плодовитость (минимум-максимум : среднее); R/L — относительная плодовитость (минимум-максимум : среднее).

Вследствие того, что не проявлялась размерно-возрастная изменчивость диаметра икринок, относительная плодовитость (количество икринок на 1 см длины тела) также оставалась стабильной в размерно-возрастных пределах нашей выборки. У некоторых видов относительная плодовитость увеличивается по мере роста рыб именно из-за уменьшения диаметра икры (Иванков, 1985). Устойчивый показатель относительной плодовитости позволяет экстраполировать данные по абсолютной плодовитости, полученные в диапазоне длины тела в нашей выборке, за ее пределы или для всего периода половозрелости.

Возраст самок в нашей пробе по плодовитости полосатой камбалы составлял от 3+ до 7+, основная часть приходилась на группу 5+. Индивидуальная плодовитость самок колебалась от 112 до 451 тыс. икринок, увеличиваясь по мере роста рыб (см. таблицу). Согласно уравнению степенной регрессии значения плодовитости у рыб увеличиваются от 53 тыс. икринок (в возрасте, близком к одному году) до 730 тыс. икринок (возраст 11+) (рис. 1).

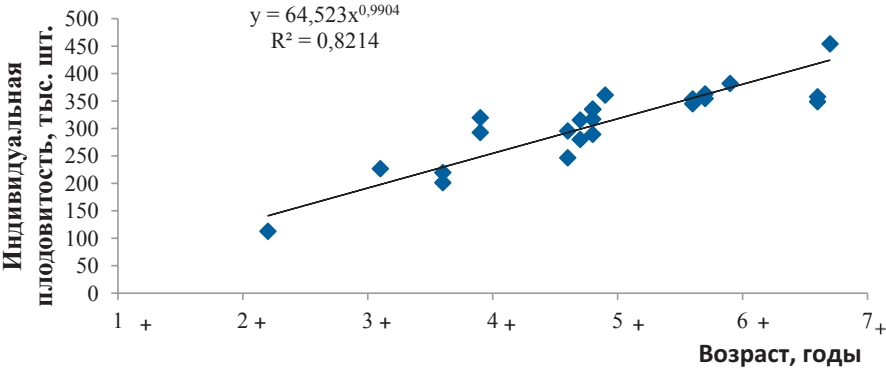


Рис. 1. Зависимость индивидуальной плодовитости полосатой камбалы от возраста
Fig. 1. Individual fecundity dependence on age for barfin plaice

Для расчета популяционной плодовитости мы предварительно рассчитывали плодовитость каждой возрастной группы путем последовательного умножения численности этой группы на долю самок, затем на долю половозрелых самок и на среднюю плодовитость, соответствующую этому возрасту. Для выполнения этой процедуры в первую очередь необходимо располагать сведениями о темпах полового созревания.

Темпы генеративного роста у самцов выше, чем у самок. Половое созревание самцов начинается на первом году жизни, самок — на втором. К концу первого года в нересте участвует 67,7 % самцов и всего 11,8 % самок. На второй год все самцы становятся половозрелыми, а доля половозрелых самок возрастает до 31 %. На третьем году она увеличивается до 45,4 %, полностью самки созревают на четвертом году жизни (рис. 2). Раннее половое созревание полосатой камбалы обусловлено высокими темпами роста молоди.

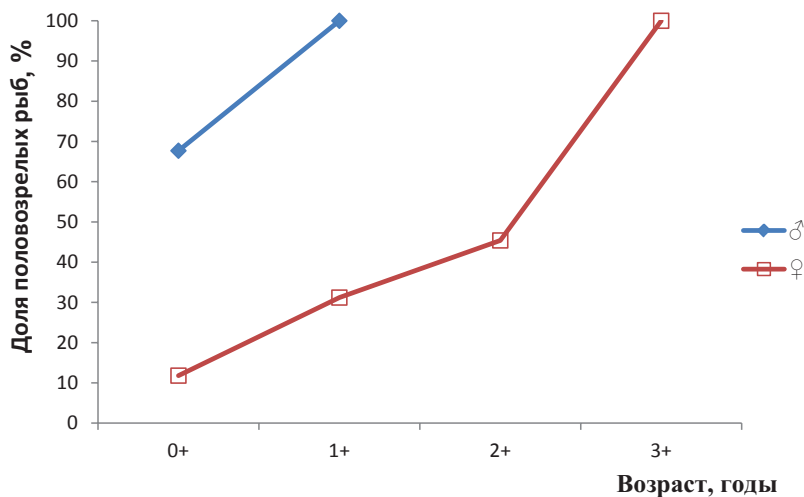


Рис. 2. Возрастная изменчивость доли половозрелых рыб у самцов и самок полосатой камбалы *Liopsetta pinnifasciata*

Fig. 2. Change the percentage of mature males and females with their age growth for barfin plaice *Liopsetta pinnifasciata*

Ранние сроки наступления половой зрелости нередко обусловлены высокими ростовыми показателями на первом году жизни (Рикер, 1983). Подобная тенденция проявляется и у полосатой камбалы: за 6 % продолжительности жизни она вырастает на 35,9 % от максимальной длины (Вдовин и др., 2017б).

В массе самки доживают до 10 лет, достигая длины 39 см. Максимальной длины (43 см) самки достигают за 12 лет. Как правило, быстросозревающие самки не живут больше 8–9 лет, из них на период половой зрелости приходится 7–8 лет. Максимальный возраст самцов — 6 лет, а продолжительность периода половой зрелости составляет 4–5 лет. Иначе говоря, особи являются половозрелыми большую часть своей жизни (67–89 %), что обуславливает эффективную стратегию воспроизводства.

Изначально самцов больше, чем самок (в первый год жизни доля самцов — 66,2 %, доля самок — 32,8 %). Но меньшая продолжительность жизни самцов определяет их более высокие темпы смертности, чем у самок, в связи с этим доля самок с возрастом увеличивается (рис. 3). В возрасте 6+ встречаются только самки.

Численность облавливаемого запаса определялась по данным съемок с использованием дифференцированных коэффициентов уловистости (Вдовин, 2000). Исходя из усредненной численности поколений 2007–2014 годов рождения нами было определено количество икры, продуцируемой самками этого условного поколения в течение жизни (рис. 4). По эмпирическим расчетам наиболее эффективным возрастом для воспроизводства является 3+. При сглаживании данных по полиному третьего порядка таким возрастом является 2+. Мы полагаем, что эффективность воспроизводства полосатой камбалы зависит от многих факторов и в первую очередь от динамики ее численности.

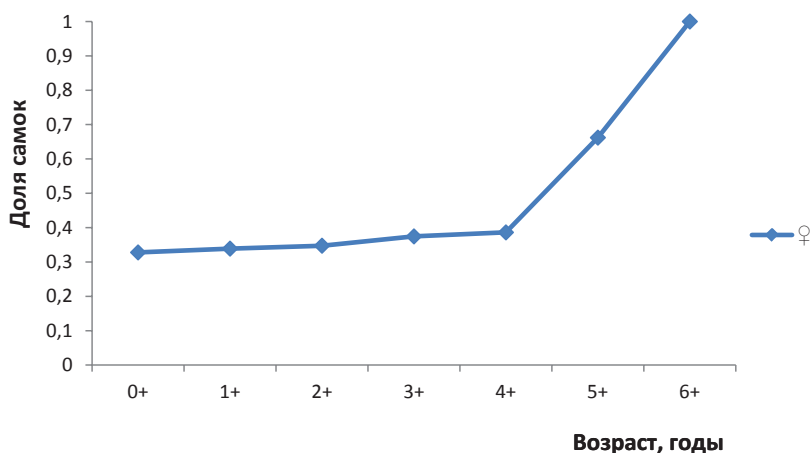


Рис. 3. Возрастная динамика доли самок в популяции полосатой камбалы
Fig. 3. Age dynamics of the females portion in population of barfin plaice

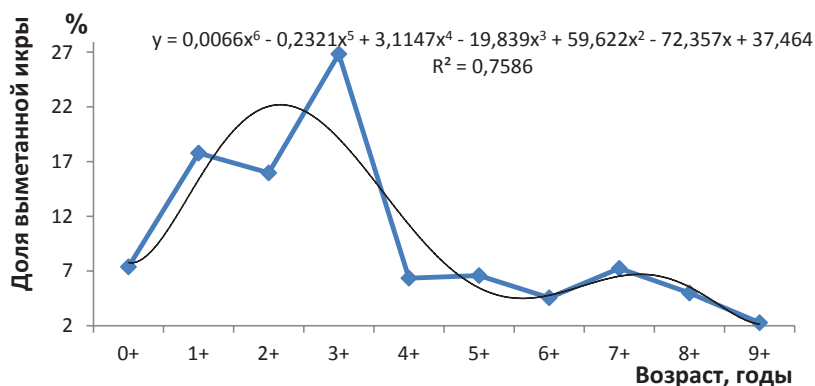


Рис. 4. Возрастная динамика доли выметанной икры от общего количества икры, выметанной одним поколением

Fig. 4. Portions of the eggs spawned in certain age (% of the total number of eggs spawned during the whole life span)

Исходя из урожайности конкретных поколений высокоурожайное поколение может вносить большой вклад в популяционную плодовитость в течение шести лет, как поколение 2012 года рождения (возраст 1+...6+) (рис. 5).

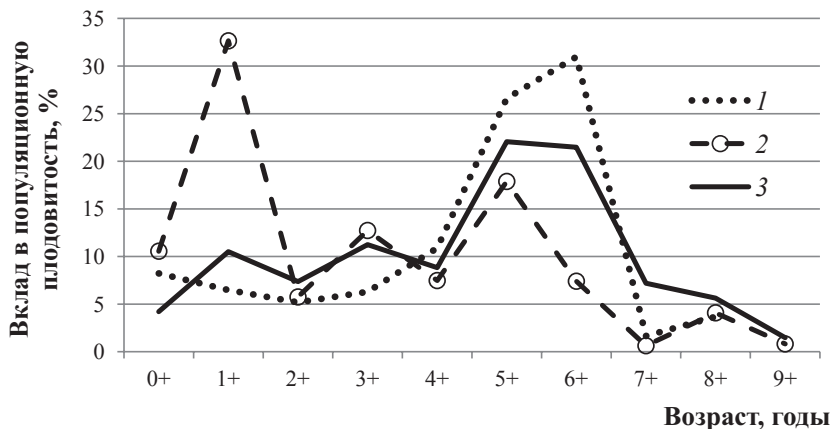


Рис. 5. Вклад возрастных групп в популяционную плодовитость: 1 — 2012 год рождения; 2 — 2013 год рождения; 3 — средние данные за 2010–2015 гг.

Fig. 5. Contribution of age groups in population fecundity: 1 — 2012; 2 — 2013; 3 — average for 2010–2015

Выводы

Половое созревание самцов начинается на первом году жизни, самок — на втором. К концу первого года в нересте участвует 67,7 % самцов и всего 11,8 % самок. На второй год все самцы становятся половозрелыми, а доля половозрелых самок возрастает до 31 %. На третьем году она увеличивается до 45,4 %, полностью самки созревают на четвертом году жизни.

Индивидуальная плодовитость самок колебалась от 112 до 451 тыс. икринок, в то время как колебания относительной плодовитости составляли от 503 до 1293 тыс. икринок.

Индивидуальная и возрастная вариабельность диаметра икринок полосатой камбалы слабо выражена: коэффициент вариации колеблется от 5,5 до 18,5 %, составляя в среднем 12,9 %.

У самцов полосатой камбалы темпы полового созревания выше, чем у самок, но короче продолжительность жизни. На начальных этапах жизненного цикла преобладают самцы, а с возраста 6+ в поколениях встречаются только самки.

Относительная плодовитость не подвержена возрастной изменчивости.

Увеличение индивидуальной плодовитости по мере роста полосатой камбалы определяется ростом гонад. Согласно регрессионному уравнению плодовитость по мере увеличения возраста меняется от 53 до 730 тыс. икринок.

Наиболее эффективный вклад в популяционную плодовитость приходится на рыб возраста 3+...6+. Возрастная изменчивость этого вклада зависит от динамики численности полосатой камбалы.

Список литературы

Бойко М.И. О степени полового диморфизма в строении чешуи полосатой камбалы *Liopsetta pinnifasciata* // Мат-лы Междунар. науч.-тех. конф. «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли». — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2014. — С. 340–344.

Вдовин А.Н. Динамика уловистости рыб донным тралом в зависимости от размерного состава и плотности скоплений // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 137–148.

Вдовин А.Н., Четырбоцкий А.Н., Бойко М.И. Методика определения возраста полосатой камбалы *Liopsetta pinnifasciata* (Pleuronectidae) // Вопр. ихтиол. — 2017а. — Т. 57, № 1. — С. 82–88.

Вдовин А.Н., Четырбоцкий А.Н., Бойко М.И. Динамика роста полосатой камбалы *Liopsetta pinnifasciata* (Pleuronectidae) залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиол. — 2017б. — Т. 57, № 3. — С. 275–281.

Вдовин А.Н., Швыдкий Г.В. Сезонное распределение полосатой камбалы в заливе Петра Великого // Биол. моря. — 1993. — № 4. — С. 52–57.

Иванков В.Н. Плодовитость рыб: методы определения, изменчивость, закономерности формирования : учеб. пособ. — Владивосток : ДВГУ, 1985. — 86 с.

Иванков В.Н. Строение яйцеклеток и систематика рыб : моногр. — Владивосток : ДВГУ, 1987. — 160 с.

Линдберг Г.У., Федоров В.В. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 6 : моногр. — СПб. : Наука, 1993. — 272 с.

Перцева-Остроумова Т.А. Размножение и развитие дальневосточных камбал : моногр. — М. : АН СССР, 1961. — 484 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.

Рикер У.Е. Количественные показатели и модели роста рыб // Биоэнергетика и рост рыб. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. — С. 346–402.

Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы залива Петра Великого. 2-е изд., испр. и доп. : моногр. — Владивосток : Дальнаука, 2011. — 431 с.

Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. — Владивосток : Русский Остров, 2014. — 336 с.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 1993. — 426 с.

Поступила в редакцию 29.06.17 г.

Принята в печать 12.07.17 г.