

ДИНАМИКА РОСТА ЖЕЛТОПОЛОСОЙ КАМБАЛЫ *PSEUDOPLEURONECTES HERZENSTEINI* (PLEURONECTIDAE)

© 2022 г. А.Н. Вдовин¹, В.М. Бойко², А.Н. Четырбоцкий³

¹Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), г. Владивосток, 690091

²ПАО «Находкинская база активного морского рыболовства», г. Владивосток, 690000

³Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, 690000
E-mail: vdovinan1955@mail.ru

Поступила в редакцию 7.09.2021 г.

Показано, что годовые зоны на отолитах желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini* на рельефной структуре отолита по форме близки к волне. Слоистую структуру отолита образуют кольца второго порядка (колечки). Совокупность отношений признаков регистрирующих структур, размеров тела и экспертных оценок возраста характеризовалась тесными связями, которые определяются совместным детерминированным ростом. Для самцов, самок и их молоди предложены уравнения расчета ретроспективных оценок длины и возраста.

Ключевые слова: желтополосая камбала *Pseudopleuronectes herzensteini*, отолиты, экспертные оценки возраста, корреляционные связи.

ВВЕДЕНИЕ

Желтополосая камбала *Pseudopleuronectes herzensteini* распространена в Жёлтом и Японском морях повсеместно, встречается в южной части Охотского моря, в тихоокеанских водах от юга Хонсю до середины Курильской гряды (Фадеев, 1987; Линдберг, Федоров, 1993; Новиков и др., 2002). Она является промысловым видом в водах России и Японии. Сведения о возрасте и росте желтополосой камбалы, имеющиеся в отечественной литературе, весьма разноречивы и носят фрагментарный характер (Демидова, 1939; Моисеев, 1953; Новиков и др., 2002; Иванкова, Ким, 2004). Известные нам статьи из Республики Корея и Японии немногочисленны, не выходят за рамки кратких

сообщений и опубликованы на корейском и японском языках. Кроме того результаты этих исследований по мнению Такахашаи с соавторами (Takahashi et al., 1995) носят весьма дискуссионный характер. В цитируемой работе основное внимание уделялось не динамике роста, а его географической изменчивости. Вероятно, по этой причине, исследовались рыбы в массе представленные в уловах. Из выборки в 848 особей только у одной длина превышала 30 см. Изучение роста в течение жизненного цикла не ставилось целью.

Параметры роста являются важнейшими популяционными характеристиками, которые широко используются в рыбохозяйственной науке (Рикер, 1983; Самрана, 2001; Дгебуадзе, 2010).

Цель работы – исследовать динамику роста желтополосой камбалы в течение онтогенеза за исключением личиночного и малькового периодов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран в 2013–2016 гг. в российских водах Японского моря, прилегающих к материковому берегу (морская акватория Приморского и Хабаровского краев). Данные собирались научными судами БИФ ФГБНУ «ВНИРО» – РКМРТ «Бухоро», СТР «Владимир Сафонов» и мотобот «РПР 3098» с конца марта до середины августа при проведении донных траловых съёмок. На биологический анализ взято 223 самца, 341 самка и 44 ювенильные рыбы, у которых не удалось определить пол – всего 608 особей. Основной регистрирующей структурой при определении возраста являлся отолит *sagitta*. Общая длина тела (TL) изменялась от 5,5 до 40,2 см.

Методика определения возраста и расчётов темпов роста описана в нашей предыдущей работе (Вдовин и др., 2021).

При построении кривых линейного роста использовались как непосредственные измерения длины тела, так и величины длины, полученные при перерасчёте 18109 измерений на отолитах (Вдовин и др., 2021).

Для расчёта кривых весового роста было рассчитано 8 регрессионных степенных зависимостей, так называемых аллометрических функций роста (Дгебуадзе, 2001, с. 53) (табл.). Кроме нашей выборки в массив данных были внесены материалы базы данных ТИПРО за 1978–2020 гг. Расчётные данные использовались вместе с фактическими измерениями и усреднялись. Данная процедура позволяла отслеживать скачки весового роста. Особенно полезными эти итерации оказывались для выявления отрицательных приростов.

Таблица. Параметры аллометрического уравнения $W = aL^b$ для разных онтогенетических групп желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini* и разных сезонов: *a* – свободный член степенной регрессии, *b* – степень, или коэффициент эластичности; *R*² – коэффициент детерминации. ♂_j и ♀_j – самцы и самки длиной менее 16 см, ♂_a и ♀_a – самцы и самки длиной более 16 см; *n* – объём выборки.

Сезон	Весна			Лето			Осень			Зима			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²	<i>n</i>									
♂ _j	0,064	2,331	0,981	0,058	2,378	0,992	0,058	2,393	0,992	0,034	2,573	0,984	109
♀ _j	0,053	2,429	0,982	0,058	2,39	0,992	0,055	2,432	0,994	0,037	2,571	0,99	99
♂ _a	0,007	3,169	0,977	0,008	3,131	0,983	0,008	3,118	0,984	0,004	3,286	0,971	218
♀ _a	0,006	3,234	0,978	0,008	3,148	0,98	0,008	3,136	0,984	0,011	3,056	0,985	235

Мерой интенсивности линейного и весового роста желтополосой камбалы выступает удельная (относительная) скорость роста $y(t_i)$ (Вдовин и др., 2017):

$$y(t_i) = \frac{1}{x_i} \times \frac{x_{i+1} - x_i}{t_{i+1} - t_i},$$

где в качестве функции выступают временные изменения длины или массы тела – $l(t_i)$ и $w(t_i)$, а в качестве аргумента значения длины и веса – l и w для определённого возраста. t – возраст, i и $i+1$ – текущий и последующий возрастные шаги.

Для более удобного масштаба шкалирования на графиках удельных скоростей брались логарифмы значений, умноженных на 1000. У отрицательных значений брался логарифм модуля. Полученный результат умножался на -1.

При построении графиков показателей роста применялся метод скользящей средней (по трём точкам).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Длина желтополосой камбалы увеличивается всю жизнь (рис. 1). По усреднённым данным самцы в росте немного отстают от самок. Эта закономерность является общей для всех генераций желтополосой камбалы (рис. 2). Таких генераций нами было выделено три: майская, июньская и июльская. По Перцевой-Остроумовой (1961) у желтополосой камбалы весенне-летний нерест. Иванков с соавторами (1972) приводит более конкретные сроки: конец мая – начало июля. По наличию особей на стадии IV–V (наши данные) нерест желтополосой камбалы в водах Приморья проходит с конца апреля до середины июля. Инкубационный период икринок желтополосой камбалы, по экспериментальным данным, длится всего 4 дня (Перцева-Остроумова, 1961).

Следовательно, вылупление личинок происходит в те же сроки. Два сам-

ца, вылупление которых могло приходиться на конец апреля были включены нами в выборку самцов майской генерации.

Траектория роста июльской генерации и у самцов, и у самок ниже траектории роста по усреднённым данным (рис. 2). Кривые роста майской и июньской генераций либо проходят выше усреднённой кривой, либо совпадают с ней. У самцов самыми быстрорастущими являются особи июньской генерации, а у самок – майской. При оценке достоверности различий между выборками разных генераций по нулевой гипотезе, согласно общепринятому уровню значимости 0,01, оказалось, что достоверные различия с выборкой по усреднённым данным имеют только июльские выборки (Болч, Хуань, 1979).

В целом можно отметить, что туго-рослая июльская генерация живёт дольше, чем майская. Июльская генерация у самцов сопоставима по продолжительности жизни с июньской, а у самок превосходит остальные. Икра и личинки желтополосой камбалы в ихтиопланктоне прибрежных вод зал. Петра Великого встречаются в массовых количествах. Среди камбаловых, по обилию икры, в июне-июле желтополосая камбала находится на втором месте (Соколовский, Соколовская, 2009). Молодь обитает преимущественно у побережья. В целом на ранних этапах онтогенеза желтополосая камбала придерживается поверхностной прибрежной водной массы (Вдовин, Зуенко, 1997). С мая по октябрь на всём шельфе Приморья наблюдаются летние структуры вод (Зуенко, 1994). Ориентировочно летняя структура существует полгода. Именно первые полгода у желтополосой камбалы наблюдаются самые высокие темпы линейного роста в онтогенезе, что нагляднее всего демонстрируется приростами длины (рис. 3).

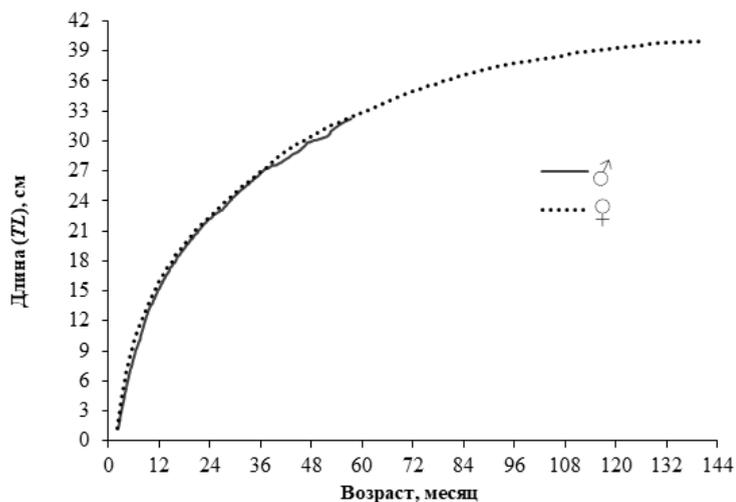


Рис. 1. Рост самцов и самок желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini* по усреднённым данным.

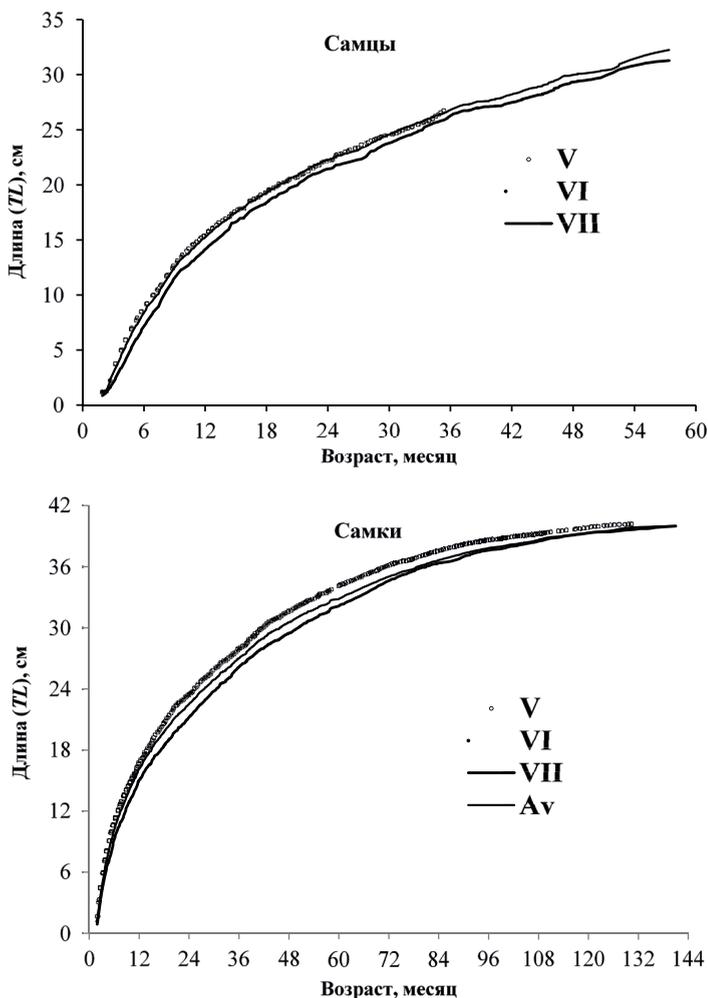


Рис. 2. Линейный рост разных генераций у самцов и самок желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini* по усреднённым данным. V, VI, VII – майская, июньская и июльская генерации; Av – усреднённые данные.

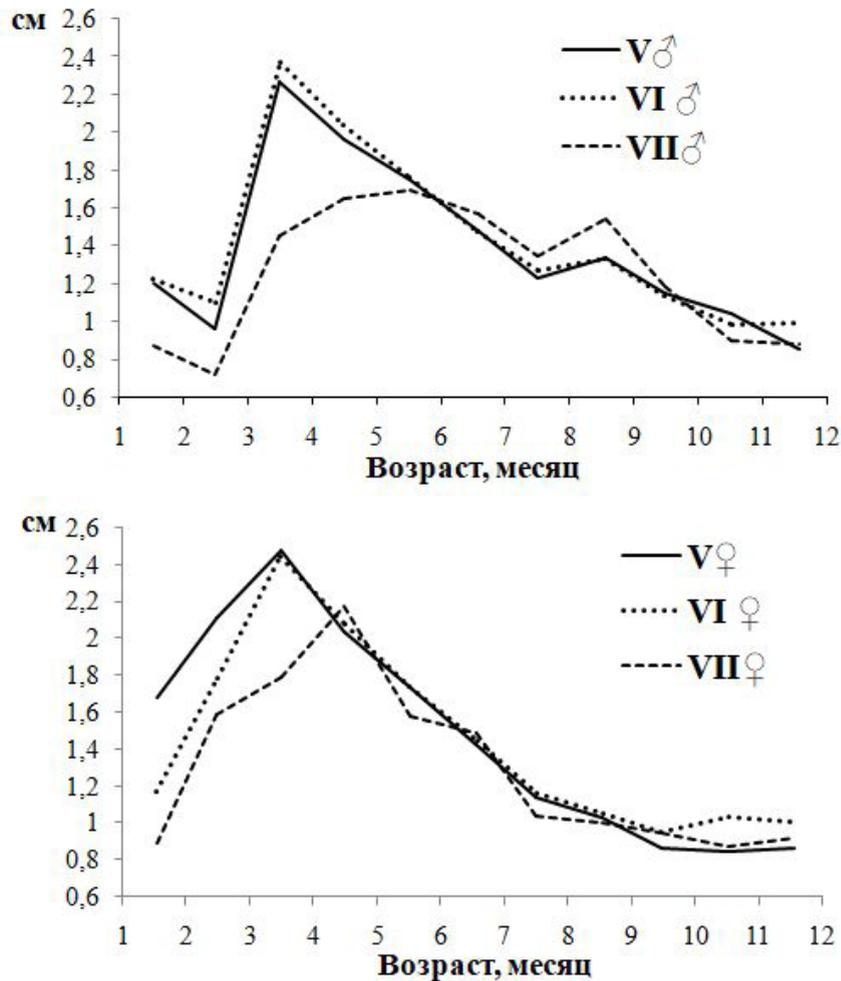


Рис. 3. Линейные приросты в первый год жизни у желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini*. V, VI, VII – майская, июньская и июльские генерации у самцов и самок.

Максимальные приросты у особей майской и июньской генерации отмечаются на четвертом месяце, в августе-сентябре, то есть в самые тёплые месяцы. У особей июльской генерации максимальные приросты наблюдаются на пятом-шестом месяце, в ноябре-декабре.

Одинаковая продолжительность периода высокого темпа роста обусловлена, вероятнее всего, эндогенными (физиологическими) ритмами. Согласованность биологических ритмов внутри организма определяется взаимодействием эндогенных и экзогенных (экологических) ритмов (Мина, Клевезаль, 1976, 1980; Браун, 1977; и др.). В ряду экзоген-

ных особо выделяется такой мощный фактор как температура (Бретт, 1983). Ритмичность роста рыб (в том числе и желтополосой камбалы) следует рассматривать как результат длительной эволюции с выработанными онтогенетическими возможностями компромиссного использования ассимилированной энергии как для коррекции данного ритма к условиям обитания (особенно к сезонным ритмам), так и для обеспечения других физиологических процессов, протекающих в организме (Шатуновский, 1980; Мина, Клевезаль, 1980). Для большинства особей (61%), относящихся к июньской и июльской генера-

циям, скачок роста отмечается на фоне потепления – с 8–10° до 16–20°С (Зуенко, 1994). Можно предположить, что ускорение роста в первые три месяца маловероятно, поскольку в это время проходит ряд кардинальных морфофизиологических преобразований: выупление предличинки – переход на экзогенное питание – личинка – малёк – сеголеток. Именно в самые тёплые месяцы (июль–сентябрь) у рыб июльской генерации проходят указанные стадии развития. Постепенное ускорение роста, до достижения пиковых значений приростов у этих рыб проходит на фоне понижения температуры роста. Скачок роста происходит при резком понижении температуры – в ноябре-декабре. Инициация обмена веществ и, соответственно, скачки соматического роста могут происходить не только при повышении температуры, но и при смене температурного режима и, особенно, при выраженной осцилляции температуры (Проссер, 1977; Бретт, 1983; Константинов и др., 1989, 1996). Именно в ноябре-декабре температурный режим не просто нестабилен, а интенсивно и динамически изменяется. В ноябре начинают разрушаться термические летние структуры, а декабре формироваться зимние (Зуенко, 1994).

Со второго полугодия жизни приросты всех трёх генераций сопоставимы. Однако первоначальная разница в размерах проявляется или большую часть жизни, или почти всю жизнь.

Таким образом, относить рыб июльской генерации к тугорослой форме не совсем корректно. Сумма накопленных изменений в первые полгода позволяет рыбам более ранних генераций оставаться крупнее особей июльской генерации, но большую часть жизни темпы роста рыб у разных генераций примерно одинаковые.

По нашим данным у самок июльской генерации отмечается самая высокая продолжительность жизни. У самцов продолжительность жизни рыб июльской генерации сопоставима с таковой у особей июньской генерации. Как у самок, так и у самцов рыбы июльской генерации живут дольше, чем рыбы майской. Можно предположить, что гидрологические условия, при которых в течение первого полугодия жизни формируется молодёжь июльского поколения, не являются неблагоприятными для желтополосой камбалы, а только корректируют ритмику и динамику линейного роста.

Следует отметить, что длина тела не является регулятором физиологических процессов, а лишь отражает характер роста (Вдовин, Четырбоцкий, 2019).

Динамика веса характеризуется не только положительными, но и отрицательными приростами (рис. 4). До полутора лет (18–19 мес.) увеличение массы тела имеет поступательный характер – без отрицательных приростов. В среднем, не прослеживаются потери массы тела даже в нерестовый период (май–июль) у самцов. Вероятно потому, что в нересте, в конце первого – начале второго года, участвует только их десятая часть. Среди самок на первом году жизни половозрелых особей не отмечено.

Первая потеря веса наблюдается в декабре-январе. Более наглядно динамику линейного и весового роста отражают их удельные скорости (рис. 5). На 2-й зиме жизни у обоих полов наблюдается резкий скачок скорости весового роста – за резким падением следует резкий подъём. При этом вполне логичным кажется тот факт, что у самцов он происходит на месяц раньше, поскольку темпы полового созревания у самцов выше. Падение веса может определяться расходом депозитного жира, которое

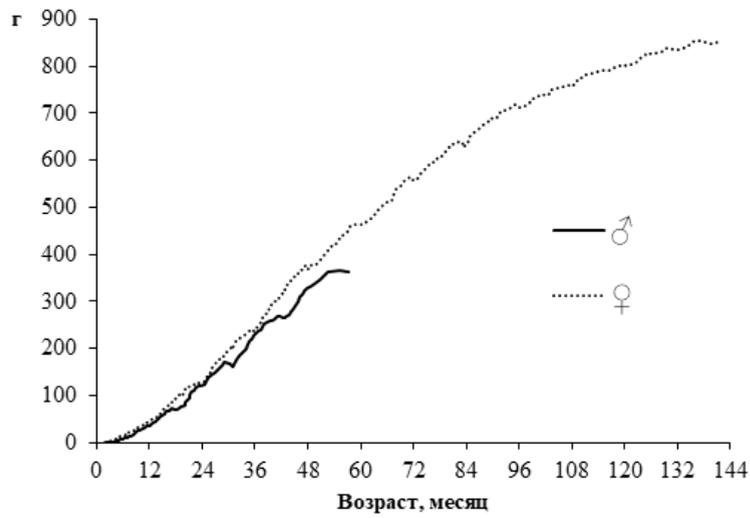


Рис. 4. Динамика весового роста у желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini*.

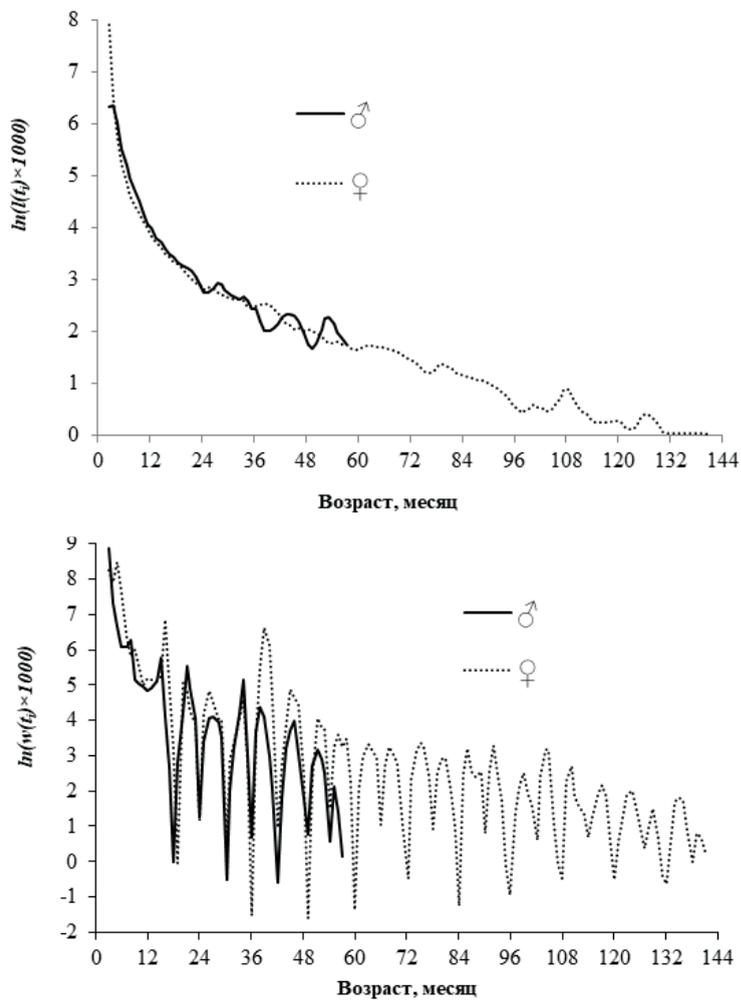


Рис. 5. Удельные скорости линейного ($l(t_i)$) и весового ($w(t_i)$) роста у желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini*.

активизирует генеративный рост (Вдовин, Четырбоцкий, 2018). Скорее всего, именно активизация генеративного роста не только компенсирует потерю массы тела, но и обеспечивает заметную прибавку в весе. Через 5 – 7 мес. в нересте участвуют 83% самцов и 39% самок.

Скорость линейного роста в течение первых полутора лет у обоих полов плавно понижается и только с началом массового полового созревания проявляются колебания подобные гармоническим (рис. 5). Ритмика колебаний линейного роста тела желтополосой камбалы имеет незначительные половые отличия. Ускорение роста у самцов отмечается осенью и зимой, а самок, с третьего по шестой год жизни – только летом. С седьмого по двенадцатый год жизни ускорение роста наблюдается преимущественно зимой и весной. Возрастные изменения ритмики роста тела у более долгоживущих самок могут определяться повышением устойчивости организма к условиям среды, в течение жизни и уменьшением зависимости от них (Шмидт-Ниельсен, 1987).

У скорости весового роста, как и у линейного, прослеживается тенденция её постепенного понижения с возрастом (рис. 5). Ход динамики весового роста подобен у обоих полов. Основные различия определяются большей амплитудой колебаний у самок и наличие временных сдвигов (месяц-два) в хронологии экстремальных значений. Кроме того, отрицательные приросты веса у самцов отмечаются только зимой. У самок в этот сезон положительные приросты снижаются до минимальных значений. Потери веса у самок имеют места только в нерестовый период – в начале лета. Максимальная интенсивность весового роста с возрастом сдвигается с весны-лета на осень. В целом, как и у линейного роста, проявляется возраст-

ная изменчивость ритмики. Интересно отметить, что рост отолиотов отличается большей стабильностью, чем линейный и весовой рост. В росте отолита практически не проявляется половой диморфизм и слабо выражена возрастная изменчивость сезонной ритмики (Вдовин и др., 2021a). Мы полагаем что рост отолита в большей степени генетически запрограммирован и корректируется сезонной изменчивостью условий среды, чем рост тела. Особенно это касается половых различий. Генетическая половая детерминация у рыб жёстко не закреплена. В рыбоводстве отработана целая серия методов регуляции пола. Случаи инверсии пола отмечаются даже у тех видов, где возможен его генетический контроль (Брыков и др., 2008; Яржомбек, Гомельский, 1992; и др.).

У аллигаторов *Alligator mississippiensis* в период эмбриогенеза под влиянием такого фактора среды, как температура, формируются пол и размеры (Мюррей, 2011). При этом изначально крупные особи часто остаются таковыми всю жизнь. Выше уже говорилось о подобном явлении для разных генераций желтополосой камбалы. Также видно, что в одном и том же возрасте самки крупнее самцов (рис. 1). Но скорость роста у обоих полов одинакова (рис. 2). То есть, у разных полов, как и у разных генераций, разница в размерах в течение онтогенеза определяется первоначальным рывком. Такое же явление отмечено для южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* (Вдовин, Четырбоцкий, 2019).

Таким образом, «инерция» накопленных изменений позволяет оставаться самкам крупнее самцов, несмотря на то, что большую часть онтогенеза скорости роста у них не различаются.

Механизмы половой дифференциации у желтополосой камбалы не исследованы. Вероятнее всего, они опре-

деляются локальными условиями в местах концентраций икры и личинок. Стабильность каких-либо гидрологических показателей в прибрежных поверхностных зонах весьма относительна, поскольку здесь преобладают неустойчивые ветровые, приливные и стоковые течения (Зуенко, 2008).

Можно предположить, что в различиях по размерам у разных полов и поколений наследственная программа не играет приоритетной роли. Скорее всего, эти различия являются следствием фенотипической самонастройки к условиям среды на ранних этапах онтогенеза. Исключать наследственность для формирования разных эпигенетических траекторий было бы абсурдным. Но, что касается формирования размеров разных поколений, то вполне вероятно, что термический режим является таким мощным фактором для молодежи, на который одинаково реагируют все генотипы.

Особенно наглядно проявляются различия в росте отолитов и в линейном росте тела при рассмотрении процес-

сов роста в относительных измерениях. Иначе говоря, распределение относительных величин измерений (в процентах от максимальной величины) в безразмерной шкале времени (Вдовин и др., 2021а, рис. 3). В росте отолита у разных полов проявляются общие закономерности. Основное отличие состоит в том, что первую треть жизни относительный рост отолитов у самцов несколько отстаёт от роста отолитов у самок, а затем – превосходит.

Следует отметить, что в уловах очень редко встречаются более крупные экземпляры рыб, чем в нашей выборке, где длина самого крупного самца составляла 33,1 см, а самой большой самки – 40,2 см (Вдовин и др., 2021). Подчеркнём, что и такие рыбы, как самые крупные в нашей выборке, в большинстве съёмок не встречаются.

Характер временного роста самцов большую часть онтогенеза находится ниже траектории другого пола (рис. 6). Только к концу роста кривые смыкаются. При том, что у самцов и самок про-

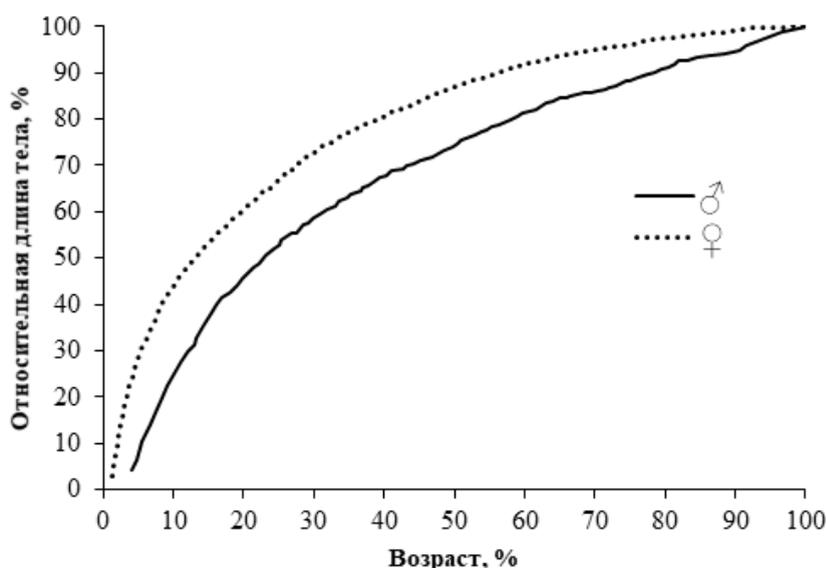


Рис. 6. Относительный линейный рост тела у самцов и самок желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini*. Безразмерные шкалы строятся относительно максимальных размеров тела и максимального возраста для каждого пола.

должительность жизни различается в 2,5 раза период начального быстрого роста, в котором изначально закладывается разница в размерах длится всю жизнь, одинаков для обоих полов и длится полгода. Это составляет 10-ю часть жизни самцов и 4,0% от жизни самок. За этот период оба пола достигают четверти от максимальных размеров. 50% от максимальной длины самки достигают за 12,9% от продолжительности жизни. Массовое половое созревание, при котором более 50% становятся половозрелыми, отмечается у самцов, когда проходит 41,8% онтогенеза, а у самок – 23,9%. В период достижения половой зрелости относительная длина у самок составляет 65,3%, а самцов – 70%. Близость относительных размерных показателей позволяет предположить (пока с большой осторожностью), что ритмика этих процессов определяется продолжительностью жизни.

ВЫВОДЫ

В среднем, в одном и том же возрасте самки крупнее самцов. По времени вылупления у желтополосой камбалы выявлены три генерации: майская, июньская и июльская. По темпам роста майская и июньская генерации не имеют значимых различий от осреднённых данных. Июльская генерация характеризуется самыми низкими темпами роста.

Различия в размерах у разных полов и разных генераций определяются теми величинами, которых рыбы достигают в первые полгода жизни – в период интенсивного роста. После этого периода скорости роста у рыб разных онтогенетических групп практически не различаются.

Наследственная программа не играет приоритетной роли в формировании размерных различий у разных онтогенетических групп. При формировании

размерных различий у разных генераций приоритетным фактором является термический режим в первые полгода жизни.

Длительность периода интенсивного роста для всех онтогенетических групп желтополосой камбалы составляет полгода, что обусловлено эндогенными (физиологическими) ритмами.

В отличие от роста отолита в линейном и весовом росте тела проявляется половой диморфизм и выражена возрастная изменчивость. Вероятно, рост отолита, в большей степени, генетически запрограммирован и больше согласован с сезонной ритмикой термических условий. Возрастные изменения роста тела обусловлены повышением устойчивости организма к условиям среды в течение жизни и уменьшением зависимости от них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Болч Б., Хуань К.Дж. Многомерные статистические методы для экономики // Москва: Статистика, 1979. 317 с.
- Браун Ф. Биологические ритмы // Сравнительная физиология животных. М.: Мир, 1977. Т. 2. С. 208–260.
- Бретт Д.Р. Факторы среды и рост // Биоэнергетика и рост рыб. М.: Лег. и пищ. пром-сть. 1983. С. 275–345.
- Брыков В.А., Кухлевский А.Д., Шевляков Е.А., Кинас Н.М., Заварина Л.О. Регуляция соотношения полов в популяциях горбуши (*Oncorhynchus gorbusha*) и кеты (*O. keta*): возможные причины и механизмы изменения соотношения полов // Генетика, 2008. Т. 44. № 7. С. 1–7.
- Вдовин А.Н., Зуенко Ю.И. Вертикальная зональность и экологические группировки рыб залива Петра Великого // Изв. ТИНРО-центра, 1997. Т. 122. С. 152–176.
- Вдовин А.Н., Четырбоцкий А.Н., Бойко М.И. Динамика роста полосатой камбалы *Liopsetta pinnifasciata* (Pleuronectidae) залива

Петра Великого (Японское море) // *Вопр. ихтиологии*, 2017. Т. 57. № 3. С. 275–281.

Вдовин А.Н., Четырбоцкий А.Н. Рост и стадийность онтогенеза южного одноперого терпуга в водах Приморья (Японское море) // *Труды ВНИРО*. 2018. Т. 170. С. 26–46.

Вдовин А.Н., Четырбоцкий А.Н. Проявления полового диморфизма в соматическом и генеративном росте южного одноперого терпуга // *Труды ВНИРО*. 2019. Т. 175. С. 48–63.

Вдовин А.Н., Бойко В.М., Четырбоцкий А.Н. Методика определения возраста желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini* Jordan et Snyder, 1901 (Pleuronectidae) // *Вопр. рыболовства*. 2021. Т. 22. № 1. С. 100–109.

Вдовин А.Н., Бойко В.М., Четырбоцкий А.Н. Динамика роста отолитов желтополосой камбалы *Pseudopleuronectes herzensteini* Jordan et Snyder, 1901 (Pleuronectidae) // *Вопр. рыболовства*. 2021а. Т. 22. № 2. С. 51–58.

Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука. 2001. 276 с.

Дгебуадзе Ю.Ю. Оценки возраста и роста в популяционных исследованиях рыб // *Актуальные проблемы современной ихтиологии* // М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. С. 96–123.

Демидова М.Т. Материалы по биологии желтополосой камбалы // *Вестн. филиала АН СССР*. №33 (1). 1939. С. 173–190.

Зуенко Ю.И. Типы термической стратификации вод на шельфе Приморья // *Комплексные исследования морских гидробионтов и условий их обитания*. Владивосток: ТИНРО, 1994. С. 20–39.

Зуенко Ю.И. Промысловая океанология Японского моря. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. 227 с.

Иванков В.Н., Иванкова З.Г., Волкова Т.Д. Типы икротетания и сроки нереста камбал залива Петра Великого // *Ученые записки ДВГУ. Серия биологическая (ихтиология и гидробиология)*. 1972. Т.60. С. 49–61.

Иванкова З.Г., Ким Л.Н. Биология и состояние запасов камбал зал. Петра Вели-

кого 2. Желтополосая камбала *Pleuronectes herzensteini* Jordan et Snyder // *Изв. ТИНРО*. 2004. Т. 138. С. 191–204.

Константинов А.С., Зданович В.В., Тихомиров Д.Г. Влияние осцилляции температуры на энергетiku роста рыб // *Вопр. ихтиологии*. 1989. Т. 29. Вып. 6. С. 1019–1027.

Константинов А.С., Зданович В.В., Костюк Ю.А., Соловьева Е.А. Скорость изменения метаболизма рыб при смене гомотермальной среды на гетеротермальную // *Вопр. ихтиологии*. 1996. Т. 36. № 6. С. 834–837

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

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. Анализ на уровне организма. М.: Наука. 1976. 291 с.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Ритмы роста и развития животных // *Проблемы космической биологии. Биологические ритмы*. 1980. Т. 41. С. 139–159.

Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей // *Изв. ТИНРО*. 1953. Т. 40. 288 с.

Мюррей Дж. Математическая биология. М.-Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика. Институт компьютерных исследований, 2009. Т. 2. 1104 с.

Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы Приморья. Владивосток: Дальрыбвтуз. 2002. 552 с.

Перцева-Остроумова Т.А. Размножение и развитие дальневосточных камбал // М.: Изд-во АН СССР. 1961. 484 с.

Проссер Л. Температура // *Сравнительная физиология животных*. Т. 2. М.: Мир. 1977. С. 84–209.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. // М.: Пищ. пром-сть, 1979. 408 с.

Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Распределение ихтиопланктона в восточной части залива Петра Великого Японского моря // *Биол. моря*. 2009. Т. 35. № 3. С. 220–224.

Фадеев Н.С. Северотихоокеанские камбалы. Распространение и биология. М.: Агропромиздат, 1987. 176 с.

Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука. 1980. 288 с.

Шмидт-Ниельсен К. Размеры животных: почему они так важны?// М.: Мир, 1987. 259 с.

Яржомбек А.А., Гомельский Б.И. Солюбилизация метилтестостерона карпом // Вопр. ихтиологии. 1992. Т. 32. Вып. 4. С. 167–168.

Campana S.E. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods // Fish Biol. 2001.V. 59. Iss. 2. P. 197–242.

Takahashi T., Hayakawa Y., Kamiharako T., et al. Age and Growth of Brown Sole *Pleuronectes herzensteini* in the Coastal Waters of Western Aomori Prefecture, Japan // Fisheries science. 1995. V. 61. No. 6. P. 893–897.

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

**GROWTH DYNAMICS OF YELLOWSTRIPED FLOUNDER
PSEUDOPLEURONECTES HERZENSTEINI (PLEURONECTIDAE)**

© 2022 y. A.N. Vdovin¹, V.M. Boyko², A.N. Chetyrbotsky³

¹ Pacific branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 107140

² PJSC «Nakhodka base of active sea fishing», Vladivostok, 690090

³ Far Eastern Geological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690000

The growth dynamics of the yellow-striped flounder *Pseudopleuronectes herzensteini* shows sexual dimorphism – females are larger than males. Differences in size are manifested in three different generations – May, June and July. The size differentiation in different sexes and different generations is determined by the values that fish reach in the first six months of life – during the period of intensive growth. After this period, the growth rates of fish of different ontogenetic groups practically do not differ. The hereditary program does not play a priority role in the formation of dimensional differences in different ontogenetic groups. When forming dimensional differences in different generations, the priority factor is the thermal regime in the first six months of life.

Keywords: yellow-striped flounder *Pseudopleuronectes herzensteini*, otoliths, expert estimates of age, correlation relationships.