

УДК 597.556.333.7

## РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА, РОСТ И СОЗРЕВАНИЕ ПЯТНИСТОГО СОМА *ARIUS MACULATUS* (THUNBERG, 1792) (SILURIFORMES: ARIIDAE) ИЗ ЭСТУАРИЯ РЕКИ МЕКОНГ (ВЬЕТНАМ)

© 2021 г. Д. Н. Куцын<sup>1,2,3,\*</sup>, Э. Р. Аблязов<sup>1,2,3</sup>, Ба Хай Чыонг<sup>3</sup>, Нгуен Динь Ку<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь 299011, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва 119071, Россия

<sup>3</sup>Южное отделение Российско-Вьетнамского тропического центра, Хошимин, Вьетнам

\*e-mail: makaira88@gmail.com

Поступила в редакцию 25.12.2019 г.

После доработки 20.03.2020 г.

Принята к публикации 22.10.2020 г.

Впервые изучены размерно-возрастная структура, рост и созревание пятнистого сома *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) из эстуария р. Хау (дельта р. Меконг, Вьетнам). Исследованы 460 экземпляров рыб, собранных в январе–марте 2019 г. На отолитах визуализированы годовые кольца, формирование которых обусловлено чередованием сухого сезона и сезона дождей. Соотношение самцов и самок в уловах составляло 1 : 1.81. Доля самцов снижалась в старших возрастных группах. Максимальная общая длина тела самок составляла 21.9 см, самцов – 23.7 см. Максимальный зарегистрированный возраст самок достигал 7+, а самцов 8+. Различий в росте между полами не выявлено. Параметры уравнения Бергаланфи для обоих полов по эмпирическим данным:  $L_{\infty} = 28.3$  см,  $k = 0.15$ /год,  $t_0 = -1.03$  лет; индекс линейного роста  $\phi = 2.08$ ; коэффициенты аллометрической зависимости массы тела от длины:  $a = 0.0054$ ,  $b = 3.22$ . Созревание начинается при длине 13 см в возрасте трех лет и завершается при длине 18 см в возрасте шести лет; 50% особей созревает при длине 15 см в четырехлетнем возрасте. Между полами различий в сроках созревания не выявлено. *A. maculatus* из дельты р. Меконг характеризуется низким темпом роста по сравнению с таковым у рыб из других популяций, что может быть связано с лабильными условиями обитания в эстуарной зоне.

**Ключевые слова:** пятнистый сом, *Arius maculatus*, возраст, рост, созревание, Меконг, дельта, эстуарий

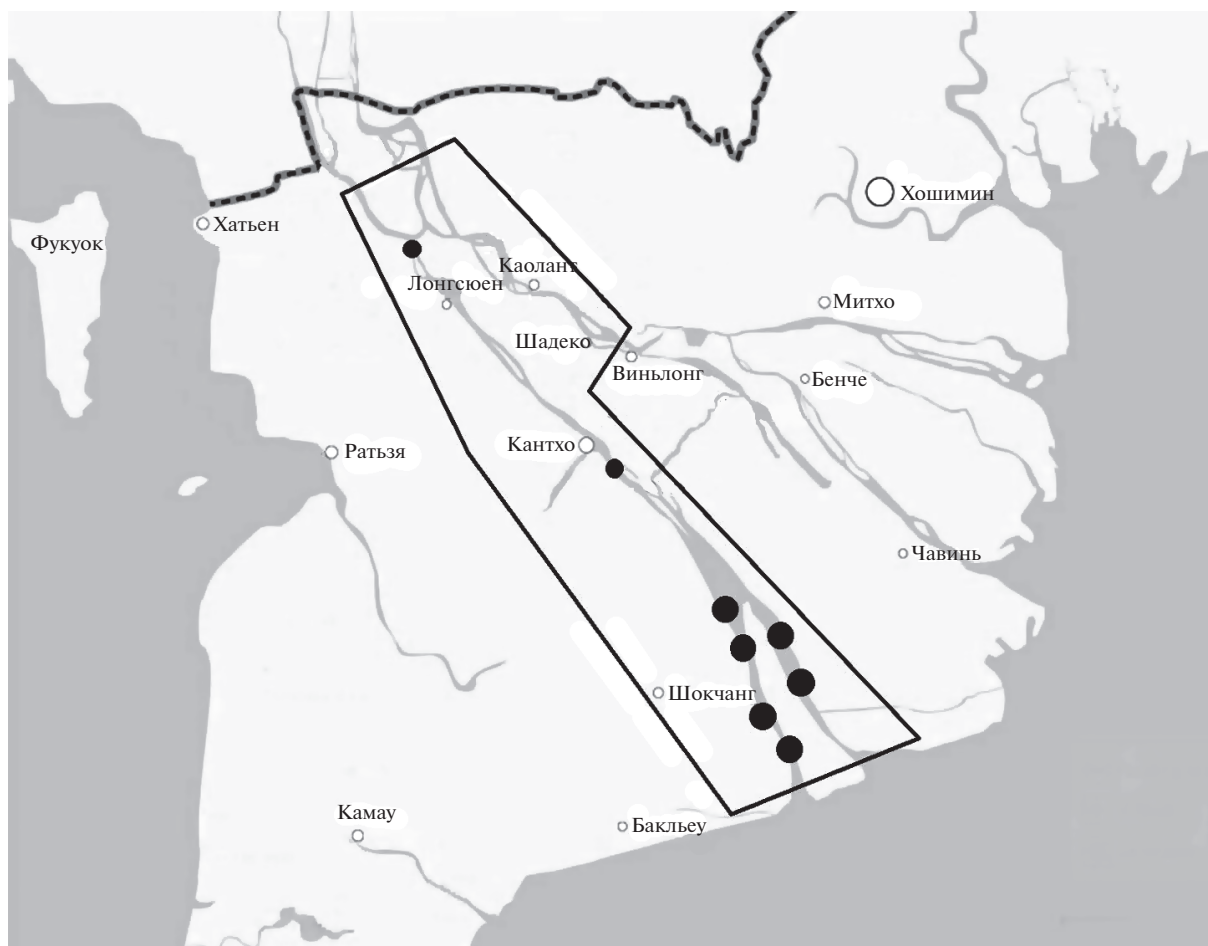
**DOI:** 10.31857/S0134347521010058

Меконг – крупнейшая река Индокитая, протяженность которой составляет около 4500 км, а площадь бассейна 810 тыс. км<sup>2</sup>. Р. Меконг характеризуется исключительно высокими продуктивностью и биоразнообразием, сопоставимыми с таковыми бассейна р. Амазонка (Ziv et al., 2012). При этом на всем протяжении р. Меконг находится под чрезвычайно высоким антропогенным давлением, связанным с гидростроительством, рыболовством, судоходством, бурным развитием аквакультуры, сельского хозяйства и промышленности в Азиатско-Тихоокеанском регионе. За последние 30 лет гидрологический режим в дельте реки радикально изменился, что связано с интенсификацией сельскохозяйственного производства, а именно с выращиванием риса (Wassmann et al., 2004). Происходящие на этом фоне климатические изменения способствуют быстрой трансформации экосистемы р. Меконг, угрожая частичной или даже полной утратой ее компонентов, поэтому задача их изучения очень важна.

В настоящее время интерес к экосистеме бассейна р. Меконг существенно вырос, активно изучаются биологическое разнообразие и структура ихтиоценов, проводится инвентаризация ихтиофауны (Valbo-Jørgensen et al., 2009; Chea et al., 2017; Болтачев и др., 2018). При этом биологии отдельных видов уделяется гораздо меньше внимания.

Пятнистый сом *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) – демерсальный вид, населяющий прибрежные воды Индо-Западно-Тихоокеанской зоогеографической области Мирового океана. Распространен у западного и восточного побережья Индии, Шри-Ланки, Пакистана, Бангладеш, Мьянмы до Арафурского моря и Индо-Австралийского архипелага (Russell, Houston, 1989). В пределах р. Меконг приурочен к нижнему течению (Серов, 1994; Rainboth, 1996; Tran et al., 2013), где является объектом местного промысла.

Биология *A. maculatus* изучена крайне слабо. Некоторые сведения о росте, возрастном составе,



**Рис. 1.** Карта-схема района исследований (выделен рамкой). Черными кругами отмечены места поимки пятнистого сома *Arius maculatus*.

смертности и зависимости массы от длины тела известны для популяций этого вида у побережья о-ва Тайвань (Chu et al., 2011; Chu et al., 2012), Индонезии (Velasco, Oddone, 2004) и Малайзии (Mazlan et al., 2008). Данные об особенностях биологии *A. maculatus* эстуарной системы р. Меконг в литературе отсутствуют.

Изучение возраста и роста имеет как теоретическое, так и прикладное значение. Большой интерес представляет эколого-географическая изменчивость этих показателей, позволяющая установить основные закономерности адаптации и формообразования. В то же время без знания биологических особенностей популяции невозможно оценить ее состояние и продукционный потенциал, а значит, рационально организовать промысел и охрану природы. Цель настоящего исследования – изучить распределение, возрастной состав, особенности роста и созревания пятнистого сома *A. maculatus* в дельте р. Меконг.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Район исследований включал крупнейшие рукава дельты р. Меконг – реки Хау и Тиен (рис. 1). На изучаемой акватории в январе–марте 2019 г. выполнено 133 траления. В качестве орудия лова использовали бимтрал (ширина рамы 4 м, высота – 40 см; размер ячеей тралового мешка 10 мм). На каждой станции измеряли соленость придонного слоя воды при помощи портативного солемера HM Digital TDS-3.

Полный биологический анализ материала проводили по стандартным методикам (Правдин, 1966). Общую длину рыб ( $TL$ ) измеряли с точностью до 0.1 см, массу ( $W$ ) – до 0.01 г. Возраст особей определяли по отолитам. В связи с хорошей визуализацией зон роста дополнительную обработку отоликов не проводили. Годовым кольцом считали границу между внутренним краем широкой опаковой (светлой в отраженном свете) зоны (соответствует высокому темпу роста) и внешним краем узкой транслюцентной (темной в отраженном свете) зоны (соответствует низкому темпу

раста). Отолиты измеряли при 15-кратном увеличении. Диаметр отолита ( $OL$ ) определяли как максимальное расстояние между ростральным и каудальным краями с точностью до 0.01 мм (рис. 2). Диаметр годового кольца определяли как расстояние между ростральным и каудальным краями транслюцентной зоны. Объем исследованного материала составил 460 экз.

При описании размерно-возрастной структуры использовали следующие статистические критерии:  $F$ -критерий Фишера для оценки качества регрессий,  $W$ -критерий Шапиро–Уилка для проверки нормальности распределения,  $U$ -критерий Манна–Уитни для оценки различий длины и массы в выборках самок и самцов в уловах, а также критерий  $\chi^2$  для оценки соотношения полов. Статистический анализ выполнен с помощью программных пакетов MS Excel и Statistica 12.

Обратные расчисления проводили по формуле:  $L_i = (S_i(L_c - c)/S_c) + c$ , где  $S_i$  – диаметр годового кольца (мм), соответствующий возрасту  $i$ ;  $L_c - TL$  рыбы при поимке, см;  $S_c$  – диаметр отолита ( $OL$ , мм) при поимке;  $c$  – свободный член линейной регрессии  $TL$  от  $OL$  (Johdal et al., 2001). Для анализа линейного роста и увеличения массы тела применяли уравнения Бергаланфи (Von Bertalanffy, 1938; Мина, Клевезаль, 1976; Рикер, 1979):  $L = L_\infty(1 - e^{-k(t - t_0)})$  и  $W = W_\infty(1 - e^{-k(t - t_0)})^b$ , где  $L_\infty$  – асимптотическая длина, см;  $W_\infty$  – асимптотическая масса, г;  $k$  – константа, характеризующая скорость приближения  $L$  к  $L_\infty$ /год;  $t_0$  – возраст рыбы, длина и масса которой в рассматриваемой модели равна 0, год;  $b$  – показатель степени в зависимости массы от длины ( $W = aL^b$ ). Рассчитывали индекс роста для линейных размеров и массы (Pauly et al., 1988):  $\phi = \lg k + 2\lg L_\infty$  и  $\phi' = \lg k + (2\lg W_\infty)/3$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Распределение.** В пределах акватории р. Хау пятнистый сом *Arius maculatus* встречался преимущественно в эстуарной зоне при солености придонного слоя воды 5‰ и выше. Единичные экземпляры зарегистрированы на акватории у городов Кантхо и Лонгсюен, где соленость воды не превышала 0.8‰. Преобладающее число особей выловлено при тралении на глубине 5–15 м в основном русле реки. Установлена приуроченность пятнистого сома к твердым глинистым грунтам.

**Возраст.** Отолиты *A. maculatus* имели хорошо выраженные opakовые и гиалиновые зоны (рис. 2). Значимые различия диаметра условных годовых колец отмечены в первых пяти группах (рис. 3). Годовые кольца у разных особей формировались практически одновременно; для годовых колец характерна регулярность закладки, связанная с

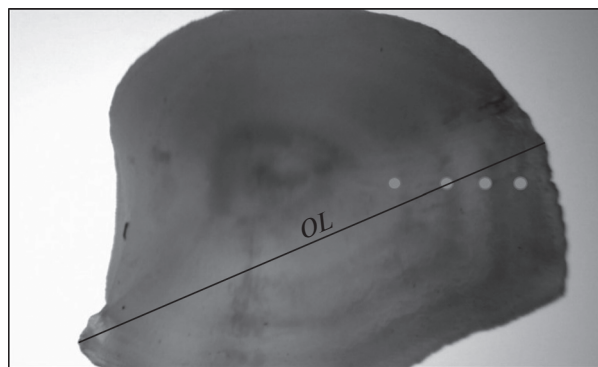


Рис. 2. Отолит самки 4+ *Arius maculatus* в падающем свете,  $TL = 166$  мм.  $OL$  – диаметр отолита, точками отмечены годовые кольца.

влиянием циклически изменяющихся факторов среды. Анализ краевых приростов показал, что формирование opakовой зоны, соответствующей высокому темпу роста, завершается к окончанию сухого сезона. Замедление роста отолитов приурочено к сезону дождей и сопровождается закладкой на отолитах узкой транслюцентной зоны.

**Соотношение полов и размерно-возрастной состав уловов.** Общее соотношение самцов и самок в уловах составило 1 : 1.81, что статистически значимо отличалось от равного соотношения полов ( $\chi^2 = 16.4$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0.001$ ). При увеличении возраста рыб соотношение полов изменялось. В первые годы жизни оно было близко к 1 : 1, в старших возрастных группах доля самцов снижалась. Примечательно, что самой крупной и “старой” рыбой в уловах оказался самец ( $TL = 23.7$  см, масса тела 201 г, возраст 8+).

Линейные размеры самок *A. maculatus* изменялись от 12.0 до 21.9 см, самцов – от 11.9 до 23.7 см при средних значениях  $TL$   $15.78 \pm 0.18$  и  $14.85 \pm 0.23$  см соответственно (рис. 4а). В уловах распределение по линейным размерам отличалось от нормального как у самок, так и у самцов ( $W$ -критерий Шапиро–Уилка,  $n_{\text{самок}} = 127$ ,  $p = 0.002$ ;  $n_{\text{самцов}} = 71$ ,  $p < 0.001$ ). Межполовые различия средней  $TL$  статистически достоверны ( $U$ -критерий Манна–Уитни,  $n_{\text{самок}} = 127$ ,  $n_{\text{самцов}} = 71$ ,  $p < 0.001$ ), что связано с преобладанием самок в старших возрастных группах. Среднее значение  $TL$  всех половозрелых особей ( $n = 198$ ) составило  $15.45 \pm 0.15$  см.

Масса тела самок варьировала в пределах 16.0–117.4 г, самцов – 14.1–201.2 г при средних значениях  $41.6 \pm 1.8$  и  $35.3 \pm 2.8$  г соответственно (рис. 4б). Распределение по массе тела и самок, и самцов также отличалось от нормального ( $W$ -критерий Шапиро–Уилка,  $n_{\text{самок}} = 127$ ,  $n_{\text{самцов}} = 71$ ,  $p < 0.001$ ). Различия средней массы тела между полами были достоверны ( $U$ -критерий Манна–Уитни,  $n_{\text{самок}} = 127$ ,

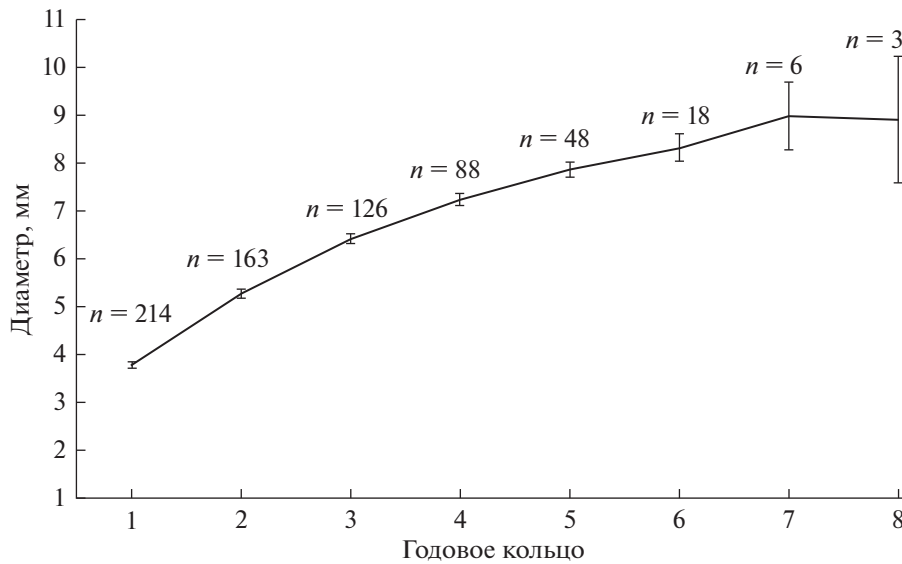


Рис. 3. Диаметр годовых колец *Arius maculatus* из эстуария р. Хау.

$n_{\text{самцов}} = 71, p < 0.05$ ) в связи с преобладанием самок старшего возраста. Средняя масса тела всех половозрелых особей ( $n = 198$ ) составила  $39.3 \pm 1.51$  г.

Необходимо отметить, что в связи со спецификой орудия лова в уловах преобладали неполовозрелые особи (51%), доля сеголеток составляла 29%. Распределение половозрелой части уловов *A. maculatus* по возрасту представлено на рис. 4в. Максимальный возраст самок достигал 7+, а самцов 8+. При этом доля самцов 4+ была практически в 2 раза меньше, чем 3+. В отличие от самок, самцы 6+ и 7+ в уловах не встречались, поэтому поимка самца 8+ рассматривается как единственный удачный случай.

По результатам определения возраста 206 экз. пятнистого сома составлен размерно-возрастной ключ (табл. 1), согласно которому установлен

возраст еще 254 особей преимущественно младших возрастных групп (0+ и 1+).

**Зависимость  $TL$  (см) от длины отолита  $OL$  (мм) у *A. maculatus*** аппроксимируется линейной регрессией  $TL = 2.28OL + 2.12$  при  $R^2 = 0.95$  ( $n = 214$ ). Зависимость статистически значима ( $F$ -критерий,  $p < 0.05$ ).

Увеличение размеров тела пропорционально росту регистрирующих структур (Мина, Клевезаль, 1976), поэтому уравнение регрессии может применяться для обратных расчетов. Поскольку уравнение позволяет рассчитать длину лишь для усредненной особи, мы применили подход, учитывающий индивидуальные значения  $OL$  и  $TL$ , с одной стороны, и свободный член в уравнении регрессии – с другой (см. раздел “Материал и методика”).

Таблица 1. Размерно-возрастной ключ для обоих полов *Arius maculatus* из эстуария р. Хау (дельта р. Меконг)

$TL$ , см	Возраст, лет									Итого, экз.
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
4.1–6.0	13									13
6.1–8.0	<b>20</b>									20
8.1–10.0	17	10								27
10.1–12.0		<b>24</b>	6	2						32
12.1–14.0		3	<b>22</b>	7	1					33
14.1–16.0			3	<b>32</b>	<b>15</b>	1		1		52
16.1–18.0			1	1	12	<b>5</b>				19
18.1–20.0						4	<b>2</b>			6
20.1–22.0						1	1	<b>1</b>		3
22.1–24.0									<b>1</b>	1

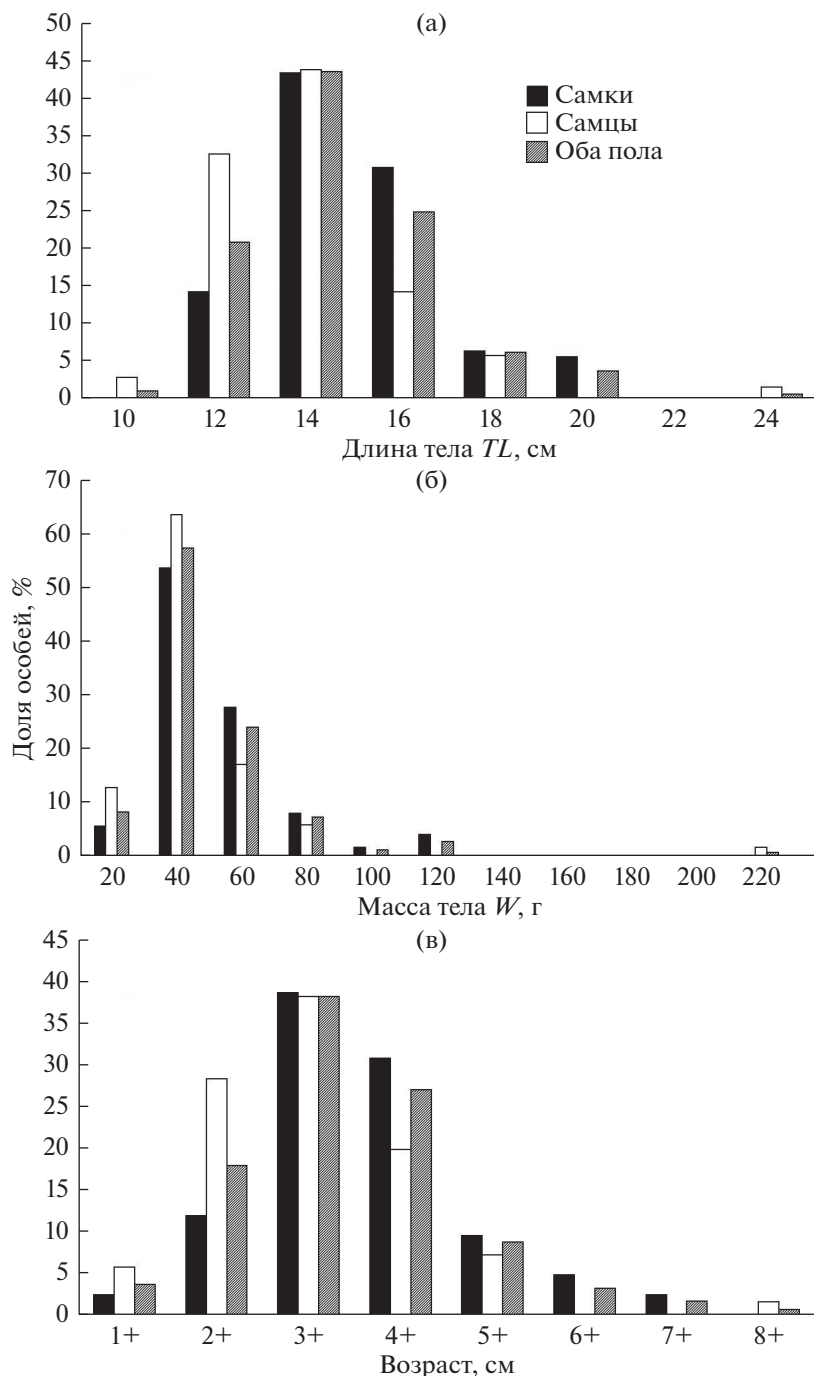


Рис. 4. Линейные размеры (а), масса (б) и возраст (в) половозрелой части уловов *Arius maculatus* из эстуария р. Хау.

Рост *A. maculatus*, согласно эмпирическим данным, условно можно разделить на два этапа (табл. 2). Этап быстрого роста приурочен к первым трем годам жизни до наступления половой зрелости. При достижении 3-летнего возраста (длина тела 13 см, масса тела 21 г) начинается половое созревание, которое знаменует начало второго этапа. Этот этап характеризуется линейно замедляющимся ростом и аллометрическим набором мас-

сы (в уравнении зависимости массы тела от длины  $b = 3.19$  у самок и  $b = 3.12$  у самцов). Созревание самок и самцов завершается при длине 18 см в возрасте 6 лет.

Функция Форда–Уолфорда (Walford, 1946) наблюденных значений длины для обоих полов имеет следующий вид:  $L_{(t+1)} = 0.79L(t) + 4.75$  (регрессия статистически значима,  $F$ -критерий,  $p < 0.05$ ), а ее значение в точке пересечения с прямой  $L_{(t+1)} = L_t$

**Таблица 2.** Линейные размеры и масса отдельных возрастных групп *Arius maculatus* из эстуария р. Хау согласно полученным данным

Возраст, лет	Самцы			Самки		
	$TL \pm SE$ , см	$W \pm SE$ , г	$n$	$TL \pm SE$ , см	$W \pm SE$ , г	$n$
2	11.09 ± 0.13	12.68 ± 0.51	79	11.05 ± 0.13	12.99 ± 0.43	71
3	13.03 ± 0.14	21.24 ± 0.88	49	12.99 ± 0.15	20.94 ± 0.94	44
4	14.60 ± 0.16	31.07 ± 1.13	35	14.75 ± 0.12	31.72 ± 1.02	57
5	15.77 ± 0.28	40.21 ± 2.39	15	16.34 ± 0.15	44.09 ± 1.59	40
6	18.02 ± 0.92	58.18 ± 6.50	5	18.40 ± 0.33	64.03 ± 4.33	12
7	—	—	—	19.92 ± 0.47	83.98 ± 8.01	6

Примечание.  $TL$  – длина тела;  $W$  – масса тела;  $n$  – количество особей; “—” – нет данных.

**Таблица 3.** Параметры роста *Arius maculatus* из эстуария р. Хау

Пол	$L_{\infty}$ , см	$k$ /год	$W_{\infty}$ , г	$a$	$b$	$t_0$ , год	$\phi$	$\phi'$
Самки	25.94	0.18	185	0.0057	3.19	–0.81	2.08	0.77
Самцы	23.72	0.20	111	0.0058	3.12	–0.91	2.05	0.66
Оба пола (эмпирические данные)	28.27	0.15	255	0.0054	3.22	–1.03	2.08	0.78
Оба пола (обратные расчисления)	22.64	0.23	125	0.0054	3.22	–0.55	2.07	0.76

Примечание.  $L_{\infty}$ ,  $W_{\infty}$ ,  $k$  и  $t_0$  – коэффициенты уравнений Берталанфи;  $a$  и  $b$  – параметры зависимости массы от длины:  $W = aTL^b$ ;  $\phi$  – индекс линейного роста;  $\phi'$  – индекс роста массы.

близко к расчетным  $L_{\infty}$  и составляет 22.58 см, что указывает на высокую достоверность аппроксимации эмпирической кривой роста уравнением Берталанфи (табл. 3).

В соответствии с коэффициентами уравнения Берталанфи к возрасту 8–9 лет и самцы, и самки достигают 80% предельной длины. Согласно эмпирическому правилу (Pauly et al., 1988), средняя максимальная длина составляет 95% от  $L_{\infty}$ , т.е. 24 см для самок и 22 см для самцов, а предельный возраст для обоих полов составляет 15 лет. Средние значения расчисленных длин в возрастных группах оказались несколько ниже, чем эмпирических (рис. 5); расхождение в моделях объясняется влиянием феномена Ли (Рикер, 1979). При этом индекс роста  $\phi$  в обоих случаях практически не различается.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ распределения пятнистого сома *Arius maculatus* в изучаемом регионе показал, что это эстуарный резидент, не совершающий протяженных миграций и избегающий сильно опресненных районов. Однако не исключены локальные перемещения рыб в пределах эстуария и морских прибрежных вод, особенно во время сезона дождей.

Определение возраста тропических рыб, как правило, связано с трудностями. Воды низких широт характеризуются постоянством темпера-

турных условий, поэтому тропические виды в течение года растут достаточно равномерно. Однако в отдельных случаях рост тропических рыб в течение года может определяться чередованием сухого сезона и сезона дождей, когда изменяются гидрологические и трофические условия (Henderson, 2005). Чередование периодов высокого и низкого темпов роста у рыб, чувствительных к этим изменениям, закономерно отражается на регистрируемых возраст структурах. Годовая цикличность в данном случае позволяет интерпретировать границу между зонами роста на отолите как годовое кольцо. Например, Фабр и Сен-Поль (Fabr , Saint-Paul, 1998) в работе о биологии амазонской анастомиды *Schizodon fasciatus* отмечают, что годовое кольцо на чешуе у этого вида формируется в течение января–февраля. Максимальный темп роста в данном случае приходится на сухой сезон с низким уровнем воды (июль–ноябрь). В речных системах формирование годового кольца характерно для многих амазонских *Cichla*, что также связано с цикличностью гидрологического режима (Jepsen et al., 1999). В водохранилищах, где условия обитания в течение года стабильны, формирование годового кольца у рыб не наблюдается. Как и в приведенных примерах, у *A. maculatus* хорошо выраженные чередующиеся опакые и гиалиновые зоны на отолитах свидетельствуют о цикличности роста, приуроченной к сезонности гидрологического режима.



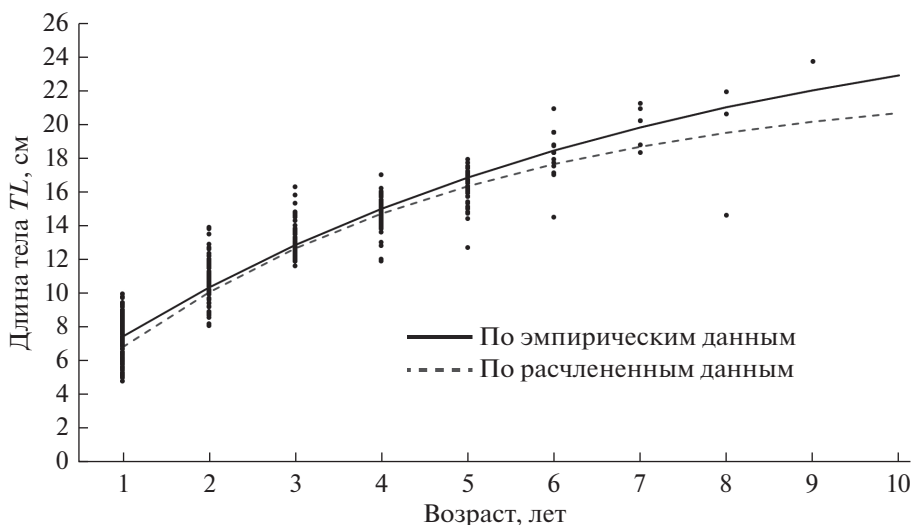


Рис. 5. Кривые линейного роста самок и самцов *Arius maculatus* из эстуария р. Хау, описываемые уравнением Берта-ланфи, по эмпирическим и расчетным данным.

В отличие от многих видов рыб, межполовые различия в росте и сроках созревания у *A. maculatus* не выражены. Возможно, это связано с исключительной ролью самцов в процессе размножения. Они вынашивают икру в ротовой полости и продолжают заботиться о потомстве после завершения эмбрионального развития. Крупные самцы способны обеспечить выживание большего количества потомства, следовательно, увеличение размеров самцов — это адаптивная стратегия, закрепляемая отбором. Некоторые межполовые различия связаны с ростом массы особей старших возрастных групп, что обусловлено преобладающим генеративным ростом самок.

При слабой выраженности полового диморфизма в росте отмечено снижение доли самцов старших возрастных групп в уловах. Это может свидетельствовать о большей смертности самцов или о меньшей доступности для облова. Учитывая заботу о потомстве, характерную для самцов *A. maculatus*, можно предположить, что они предпочитают находиться в укрытиях.

По сравнению с другими популяциями и видами рода *Arius*, обитающий в дельте р. Меконг *A. maculatus* характеризуется низким темпом роста (табл. 4). Это может быть связано с обитанием в эстуарной зоне — акватории с нестабильными гидрологическими условиями, на формирование которых влияют опреснение и изменение терми-

Таблица 4. Параметры роста *Arius maculatus* из разных популяций и некоторых других представителей рода *Arius*

Вид	$L_{\infty}$ , см	$k$ /год	$W_{\infty}$ , г	$a$	$b$	$t_0$ , год	$\phi$	$\phi'$
Эстуарий р. Хау, дельта р. Меконг (наши данные)								
<i>A. maculatus</i>	28.3	0.15	255	0.0054	3.22	-1.03	2.08	0.78
Юго-западное побережье о-ва Тайвань (Chu et al., 2011; Chu et al., 2012)*								
<i>A. maculatus</i>	34.4	0.28	—	0.0150	2.95	-0.57	2.52	—
Яванское море, побережье Индонезии (Velasco, Oddone, 2004)								
<i>A. maculatus</i>	45.0	0.73	—	—	—	—	3.17	—
Гвинея (Conand et al., 1995)*								
<i>A. heudelotii</i>	70.0	0.14	—	—	—	-0.39	2.84	—
<i>A. laticutatus</i>	65.0	0.15	—	—	—	-0.31	2.81	—
<i>A. parkii</i>	61.2	0.17	—	—	—	-0.28	2.81	—
Кувейт (Bawazeer, 1987)								
<i>A. thalassinus</i>	106.4	0.06	—	—	—	-2.10	2.86	—

\*Использовали  $FL$  (длина тела по Смитту); остальные обозначения, как в табл. 3.

ческого режима во время сезона дождей, а также приливо-отливные и сгонно-нагонные явления. Гидрологическая нестабильность приводит к увеличению энергетических трат на водно-солевой обмен или на перемещение в районы с более благоприятным гидрологическим режимом. Какие преимущества получает этот морской по происхождению вид, пребывая в районе с лабильными условиями обитания? Обитая в хорогалинной зоне, пятнистый сом, вероятно, избегает конкуренции и/или давления хищников из прибрежной акватории моря, где биологическое разнообразие несравненно выше. Низкий темп роста компенсируется меньшей смертностью, что позволяет поддерживать репродуктивный потенциал. Освоение опресненных акваторий, направление и интенсивность отбора в которых отличаются от таковых в морском побережье, может привести к филогенетическому сдвигу и формообразованию.

Полученные сведения о биологии *A. maculatus* из дельты р. Меконг в сухой сезон могут стать отправной точкой в мониторинге состояния его популяции. Существенный интерес представляет изучение распределения и биологии *A. maculatus* в период сезона дождей. Это позволит установить миграционную активность и степень связи представителей эстуарной и морской прибрежной зон.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ НОРМ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа подготовлена в рамках темы Эколан Э-3.4 “Влияние климатических изменений и антропогенных факторов на экосистемы нижнего течения р. Меконг” и государственного задания ФИЦ ИнБЮМ “Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана” (№ АААА-А18-118020890074-2).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Болтачев А.Р., Карпова Е.П., Статкевич С.В. и др. Особенности количественного распределения рыб и десятиногих ракообразных в дельте реки Меконг в межсезонный период 2018 г. // Мор. биол. журн. 2018. Т. 3. № 4. С. 14–28.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М.: Наука. 1976. 291 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть. 1966. 391 с.

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

Серов Д.В. Полевой определитель пресноводных рыб Южного Вьетнама. М.: Наука. 1994. 94 с.

Bawazeer A.S. The fishery management of the stock of chim, the giant sea catfish *Arius thalassinus* in Kuwait waters // Kuwait Bull. Mar. Sci. 1987. V. 9. P. 87–100.

Chea R., Lek S., Ngor P., Grenouillet G. Large-scale patterns of fish diversity and assemblage structure in the longest tropical river in Asia // Ecol. Freshwater Fish. 2017. V. 26. № 4. P. 575–585.

Chu W.-S., Hou Y.-Y., Ueng Y.-T. et al. Estimates of age, growth and mortality of spotted catfish, *Arius maculatus* (Thunberg, 1792), off the Coast of Yunlin, Southwestern Taiwan // Afr. J. Biotechnol. 2011. V. 10. № 66. P. 15416–15421.

Chu W.-S., Hou Y.-Y., Ueng Y.-T., Wang J.-P. Correlation between the length and weight of *Arius maculatus* off the southwestern coast of Taiwan // Braz. Arch. Biol. Technol. 2012. V. 55. № 5. P. 705–708.

Conand F., Camara S.B., Domain F. Age and growth of three species of Ariidae (Siluriformes) in coastal waters of Guinea // Bull. Mar. Sci. 1995. V. 56. № 1. P. 58–67.

Fabré N.N., Saint-Paul U. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central Amazonian anastomid *Schizodon fasciatus* // J. Fish Biol. 1998. V. 53. P. 1–11.

Henderson P.A. The growth of tropical fishes // Fish Physiol. 2005. V. 21. P. 85–100.

Jepsen D.B., Winemiller K.O., Taphorn D.C., Rodrigues Olarte D. Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela // J. Fish Biol. 1999. V. 55. P. 433–450.

Johdal M.S., Esmaili H.R., Tandon K.K. A comparison of back-calculated lengths of silver carp derived from bony structures // J. Fish Biol. 2001. V. 59. № 6. P. 1483–1493.

Mazlan A.G., Abdullah S., Shariman M.G., Arshad A. On the biology and bioacoustic characteristic of spotted catfish *Arius maculatus* (Thunberg 1792) from the Malaysian Estuary // Res. J. Fish. Hydrobiol. 2008. V. 3. P. 63–70.

Pauly D., Moreau J., Prein M. A comparison of overall growth performance of tilapia in open waters and aquaculture // Pullin R.S.V., Bhukaswan T., Tonguthai K. and Maclean J.L. (eds). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings. Bangkok: Dep. Fish., 1988. V. 15. P. 469–479.

Rainboth W.J. Fishes of the Cambodian Mekong / FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. Rome: FAO. 1996. 265 p.

Russell B.C., Houston W. Offshore fishes of the Arafura Sea // Beagle, Rec. North. Territ. Mus. Arts Sci. 1989. V. 6. P. 69–84.

Tran D.D., Shibukawa K., Nguyen T.P. et al. Fishes of the Mekong Delta, Vietnam. Can Tho, Vietnam: Can Tho Univ. Publishing House. 2013. 174 p.



- Valbo-Jørgensen J., Coates D., Hortle K.* Chapter 8 – Fish diversity in the Mekong River basin // *The Mekong: Biophysical Environment of an International River Basin*. New York: Academic Press. 2009. P. 161–196.
- Velasco G., Oddone M.C.* Growth parameters and growth performance indexes for some populations of marine catfishes (Actinopterygii, Siluriformes, Ariidae) // *Acta Biol. Leopold.* 2004. V. 28. P. 307–313.
- Von Bertalanffy L.* A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II) // *Human Biol.* 1938. V. 10. P. 181–213.
- Walford L.A.* A new graphic method of describing the growth of animals // *Biol. Bull.* 1946. V. 90. № 2. P. 141–147.
- Wassmann R., Hien N.X., Hoanh C.T., Tuong T.P.* Sea level rise affecting the Vietnamese Mekong Delta: water elevation in the flood season and implications for rice production // *Clim. Change.* 2004. V. 66. № 1–2. P. 89–107.
- Ziv G., Baran E., Nam S. et al.* Trading-off fish biodiversity, food security, and hydropower in the Mekong River Basin // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2012. V. 109. № 15. P. 5609–5614.

## The Size–Age Structure, Growth, and Maturation of the Spotted Catfish *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) (Siluriformes: Ariidae) from the Mekong Delta, Vietnam

D. N. Kutsyn<sup>a, b, c</sup>, E. R. Ablyazov<sup>a, b, c</sup>, Ba Hai Truong<sup>c</sup>, and Nguyen Dinh Cu<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences, Sevastopol 299011, Russia*

<sup>b</sup>*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow 119071, Russia*

<sup>c</sup>*Southern Department, Joint Vietnamese–Russian Tropical Research and Technological Center, Ho Chi Minh City, Vietnam*

The size–age structure, growth, and maturation of the spotted catfish *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) from the Hau River estuary (Mekong Delta, Vietnam) were studied for the first time. A total of 460 fish specimens collected from January to March 2019 were examined. The annuli on the otoliths were visualized; their formation may be related with the alternation of dry and rainy seasons. The males to females ratio in catches was 1 : 1.81. The proportion of males decreased in the older age groups. The maximum total body length of females was 21.9 cm; males, 23.7 cm. The maximum recorded age of females in catches was 7+; males, 8+. No inter-gender differences in growth were detected. The parameters of the von Bertalanffy equation for both sexes according to empirical data were as follows:  $L_{\infty} = 28.3$  cm;  $k = 0.15 \text{ yr}^{-1}$ ;  $t_0 = -1.03$  yr; growth performance index,  $\phi = 2.08$ . The coefficients of relationship between mass and length were as follows:  $a = 0.0054$ ;  $b = 3.22$ . Maturation began at  $TL = 13$  cm at age 3 yr and ended at  $TL = 18$  cm at age 6 yr; 50% of individuals became mature at  $TL = 15$  cm at age 4 yr. No inter-gender differences in the timing of maturation were found. *A. maculatus* from the Mekong Delta is characterized by a low growth rate compared to other populations, which may be associated with the labile habitat conditions in the estuary zone.

*Keywords:* spotted catfish, *Arius maculatus*, age, growth, maturation, Mekong River, delta, estuary