

УДК 597.553.1 (262.5)

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ РОСТ И ПРОДУКЦИОННЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАД СТАВРИДЫ *TRACHURUS MEDITERRANEUS*,
ОБИТАЮЩИХ НА ЮГО-ЗАПАДНОМ ШЕЛЬФЕ КРЫМА**

Мельникова Е. Б.¹, Кузьмина Н. С.²

¹*Институт природно-технических систем ФГБУН, Севастополь, Республика Крым, Россия*

²*Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН,
Севастополь, Республика Крым, Россия*

E-mail: helena_melnikova@mail.ru

Проведен расчет прироста массы особей и суточной удельной продукции промысловых стад ставриды, обитающих в прибрежных водах Севастополя, и в акватории Балаклавской бухты, расположенных в двух микроклиматических подзонах Гераклейского п-ова. Показано, что у ставриды, обитающей в акватории Балаклавской бухты, локальная орография которой обуславливает особые погодные условия, суточный прирост массы больше, чем у ставриды из прибрежных вод Севастополя. Найдены региональные отличия суточной удельной продукции промысловых стад.

Ключевые слова: средиземноморская ставрида, бухты Севастополя, Балаклавская бухта, прирост массы, удельная продукция.

ВВЕДЕНИЕ

Средиземноморская ставрида (*Trachurus mediterraneus* [Steindachner, 1868]) занимает третье место среди самых добываемых в Черном море рыб, уступая по уловам только хамсе и шпроту. Она играет существенную роль в экономике причерноморских государств. Вылов ставриды в Черном море колеблется в широких пределах. Так, в 1985 году он превышал 140,0 тыс. т, затем резко снизился [1]. Факторов, приведших к снижению уловов несколько, однако одним из главных признается высокая эксплуатация промысловых запасов [1], которая проводилась без учета последствий структурно-функциональных изменений черноморской экосистемы и своевременного расчета продукционных характеристик промысловых стад. С 1991 года наметилось восстановление запасов ставриды, и в последнее десятилетие вылов ставриды причерноморскими государствами стабилизировался в пределах 15,0–20,0 тыс. т с тенденцией к увеличению в современный период [2].

Ставрида широко распространена вдоль всего побережья Черного моря [3, 4]. При этом естественно предположить, что ставрида, обитающая в различных условиях, отличается по темпам роста, продукционным и другим характеристикам.

Еще А. П. Амброз (1954) отмечал, что ставрида, обитающая вдоль побережья Черного моря, образует несколько локальных стад с характерными для каждого из них биологическими особенностями [5]. Ю. Г. Алеев [6] также отмечал, что

черноморская ставрида в пределах своего ареала представлена несколькими (четырьмя) локальными стадами. Ареалы трех стад – юго-западного, северного и восточного – в целом взаимно исключают друг друга. Ареал четвертого (южного стада) охватывает анатолийские воды Черного моря и его прибосфорский район и наложен на ареалы других стад. При этом каждое из стад ставриды характеризуется специфическими особенностями.

Авторы более поздних публикаций [7–9] также отмечали существование локальных группировок ставриды, характеризующихся различными размерно-весовыми и другими параметрами, в том числе, в прибрежной зоне Севастополя и Балаклавы [10].

Район проведения исследований расположен на юго-западном шельфе Крыма. При этом от мыса Фиолент по центральной части Гераклейского п-ова проходит граница двух климатических поясов: умеренного и субтропического. Прибрежные воды Севастополя находятся севернее этой границы, а район Балаклавской бухты – южнее. Вследствие этого район проведения исследований находится в двух микроклиматических подзонах, оказывающих влияние как на особенности экологического состояния прибрежных вод, так и на особенности гидробионтного комплекса, обитающего в этих районах [11, 12]. Акватория Балаклавской бухты, по сравнению с районом прибрежных вод Севастополя, характеризуется более высокой средней многолетней скоростью ветра [12]. При этом наибольшая повторяемость сильных ветров типична для южных и северных направлений, вызывающих сгонные и нагонные явления, приводящие к эвтрофикации вод [12, 13]. Кроме того, в районе Балаклавской бухты и смежных районах залива Мегало-Яло температура воды может резко изменяться во время апвеллингов. Причем длительность температурной аномалии, вызванной апвеллингом, сказывается на видовом составе фито- и зоопланктона, являющихся кормовой базой пелагических видов рыб, а также его распределении по глубине [11, 12, 14, 15].

Бухты Карантинная, Александровская и Стрелецкая находятся в территориальных водах г. Севастополя, что отрицательно сказывается на экологическом состоянии этих бухт [16, 17].

Район Балаклавской бухты и смежные районы залива Мегало-Яло по сравнению с Севастопольскими бухтами относят в экологическом плане к более благополучным районам. Поэтому концентрация кормового зоопланктона и анчоуса, являющихся основной кормовой базой ставриды, в этом районе более высокая [18–20].

Вследствие различий по обеспеченности пищей можно предположить, что ставрида, обитающая в прибрежных водах северного и южного склонов Гераклейского п-ва, будет отличаться по размерно-весовым характеристикам [21].

Воспроизводство и длительное использование запаса живых ресурсов основываются на расчете продуктивности промысловых стад [22]. Поэтому изучение индивидуального и популяционного роста ставриды, обитающей в районах, характеризующихся климатическими и экологическими особенностями, необходимы для выработки мероприятий по рациональному режиму рыболовства и является важной рыбохозяйственной задачей.

Целью данной работы является определение параметров индивидуального роста и определение региональных отличий удельной продукции промысловых стад ставриды, обитающих в прибрежных водах, расположенных на северном и южном склонах Гераклеийского п-ова (юго-западный шельф Крыма).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Особи ставриды средиземноморской *Trachurus mediterraneus* были отловлены на юго-западном шельфе Крыма в прибрежных водах Севастополя (бухты Александровская, Карантинная, Стрелецкая, открытая часть акватории напротив бухты Песочная), а также в Балаклавской бухте (рис. 1). Пробы были взяты в 2010–2018 годах в весенне-летний период (апрель–август).

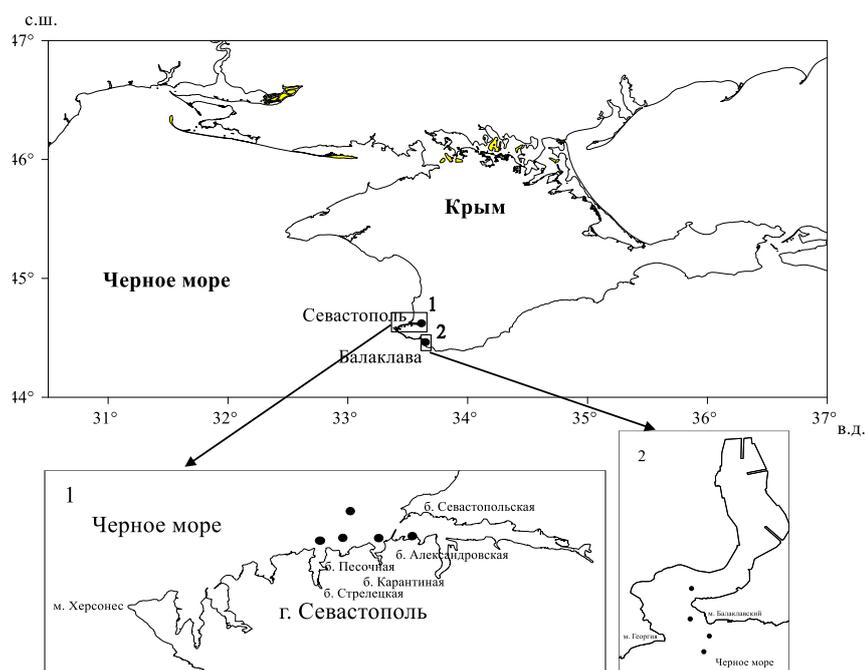


Рис. 1. Схема района исследования и места отбора проб.

Обработку проб проводили отдельно для рыб, выловленных в прибрежных водах Севастополя, и в акватории Балаклавской бухты. Количество исследованных особей в целом составило 1832 экз., из них 1324 экз. выловлены в прибрежных водах Севастополя и 508 экз. – в акватории Балаклавской бухты.

При обработке проб длину тела измеряли с погрешностью до 0,1 см. Выполняли промеры стандартной длины (расстояние от переднего конца рыла до конца позвоночника) с последующим объединением в размерные группы с

интервалом 1 см. Для проведения расчетов продукционных характеристик находили относительную численность в промысловом стаде рыб, относящихся к одной размерной группе по формуле:

$$n_{i \text{ отн}} = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}, \quad (1)$$

где $n_{i \text{ отн}}$ – относительная численность i -ой размерной группы в промысловом стаде; n_i – количество особей ставриды в i -ой размерной группы; k – количество размерных групп в промысловом стаде.

Во всех расчетах использовали только стандартную длину. Массу тела определяли взвешиванием на электронных весах Sartorius excellence E-20900D с погрешностью, не превышающей сотых долей грамма. Возраст рыб определяли по отолитам, анализ которых проводили под бинокулярным микроскопом МБС-10 с помощью окуляр-микрометра при увеличении 8×2 в проходящем свете после предварительного просветления в глицерине. Пол и стадию зрелости определяли по состоянию гонад по шкале [23].

Для оценки достоверности различий между размерно-весовыми параметрами ставриды, выловленной в прибрежных водах Севастополя и акватории Балаклавской бухты, использовали t – критерий Стьюдента.

Зависимость стандартной длины особей ставриды от возраста находили по формуле линейного роста Берталанфи:

$$L_t = L_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}], \quad (2)$$

где L_t – длина рыбы в возрасте t ; L_{∞} – средняя предельно достижимая (асимптотическая) длина рыбы исследуемой популяции; K – константа роста; t_0 – константа, имеющая размерность времени; t – возраст рыбы.

Константы уравнения линейного роста Берталанфи (L_{∞} , K , t_0) находили по методике, изложенной в работе [24].

Размерно-весовые соотношения находили по формуле:

$$W = a \cdot L^b, \quad (3)$$

где W – общая масса тела, г; L – стандартная длина рыбы, см; a и b – константы.

Суточную удельную продукцию особи рассчитывали по формуле:

$$\frac{\Delta W}{W} = \frac{2(W_{t+1} - W_t)}{W_{t+1} + W_t}, \quad (4)$$

где W_t и W_{t+1} – масса рыбы с интервалом в одни сутки.

Относительную суточную удельную продукцию рыб, относящихся к одной размерной группе промыслового стада, находили по удельной продукции особи (см. выражение (4)) и относительной численности размерной группы в промысловом стаде (см. выражение (1)) по формуле:

$$C_i = \left(\frac{\Delta W}{W}\right)_i \cdot n_{i \text{ отн}}, \quad (5)$$

где C_i – относительная суточная удельная продукция рыб i -ой размерной группы промыслового стада; $\left(\frac{\Delta W}{W}\right)_i$ – суточная удельная продукция особи i -ой размерной

группы; $n_{i \text{ отн}}$ – относительная численность i -ой размерной группы в промысловом стаде.

Суточную удельную продукцию промыслового стада находили как сумму относительной удельной продукции всех размерных групп промыслового стада

$$C = \sum_{i=1}^k C_i, \quad (6)$$

где C – суточная удельная продукция промыслового стада; C_i – относительная суточная удельная продукция рыб i -ой размерной группы.

Математическую обработку результатов проводили на персональном компьютере с использованием программ *Microsoft Excel 5.0*, *Statistica 6.0*, *SigmaPlot 11.0*, *Surfer 10.0*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В уловах ставриды в 2010–2018 годах встречались годовики, двухгодовики, трехгодовики, четырехгодовики и пятигодовики. При этом в прибрежных водах Севастополя основную долю уловов (более 85 %) составляли годовики и двухгодовики, доля четырех- и пятигодовиков не превышала 2 %. В акватории Балаклавской бухты примерно 50 % уловов составляли двух- и трехгодовики, годовики составляли 2–3 %, а четырех- и пятигодовики – 8–9 % уловов.

Относительное размерное распределение встречающихся в уловах рыб, усредненное за временной интервал с 2010 по 2018 годы, изображено на рис. 2.

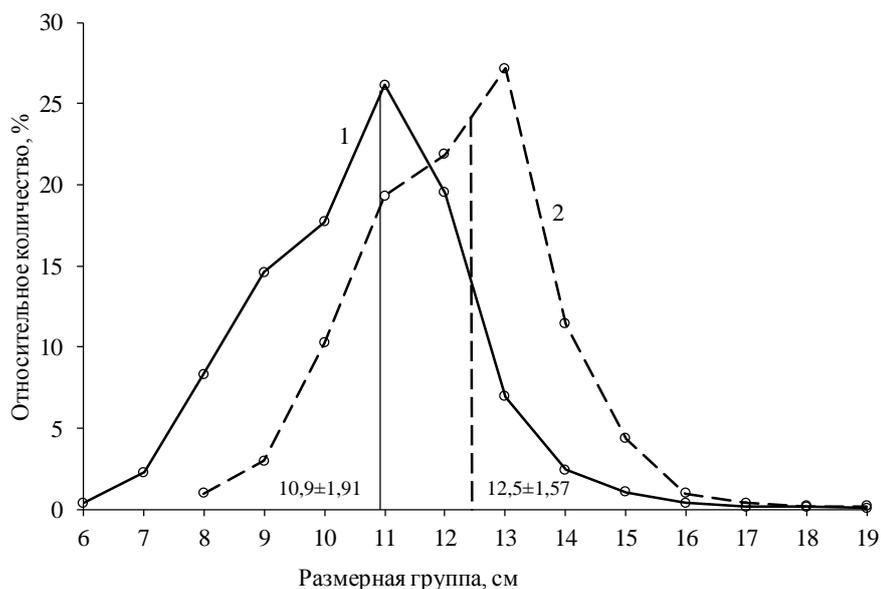


Рис. 2. Относительное размерное распределение ставриды; 1 – прибрежные воды Севастополя; 2 – акватория Балаклавской бухты.

Усредненные кривые размерного распределения ставриды за период проведения исследования (2010–2018 годы) для обоих районов имеют вид унимодальных кривых с острой вершиной. При этом для рыб, обитающих в прибрежных водах Севастополя, вершина кривой размерного распределения практически совпадает со средним значением, а для акватории Балаклавской бухты вершина кривой несколько смещена в правую сторону от среднего значения.

Стандартная длина рыб в прибрежных водах Севастополя варьировала от 6,6 до 19,1 см (при среднем значении $10,9 \pm 1,91$ см). В акватории Балаклавской бухты в основном встречались более крупные особи. Стандартная длина варьировала от 8,1 до 19,0 см (при среднем значении $12,5 \pm 1,57$ см). Анализ половой структуры показал, что доля самцов в прибрежных водах Севастополя превышала долю самок, а в акватории Балаклавской бухты соотношение самцов и самок было практически равным 50 %.

Полученные результаты по размерно-весовым характеристикам и параметрам роста ставриды приведены в табл. 1.

Таблица 1.
Основные усредненные характеристики и параметры роста ставриды, выловленной в 2010–2018 годах

Параметры	Прибрежные воды Севастополя	Акватория Балаклавской бухты
Количество рыб, экз.	1324	508
Средняя стандартная длина, см	$10,9 \pm 1,91$	$12,5 \pm 1,57$
Средняя общая длина, см	$13,5 \pm 2,11$	$15,3 \pm 1,91$
Средняя масса рыбы, г	$16,67 \pm 9,76$	$26,08 \pm 11,59$
Константы уравнения роста Бергаланфи		
Средняя предельно достижимая длина (L_{∞})	23,7	24,9
Константа роста (K)	0,21	0,18
Константа (t_0)	1,20	1,35
Константы зависимости «вес—длина»		
Константа a	0,0070	0,0060
Константа b	3,09	3,15
Коэффициент детерминации, R^2	0,9783	0,9651

В прибрежных водах Севастополя встречаются в основном особи длиной 9–12 см (около 77,9 %), примерно половина (45,6 %) встречающихся особей имеет длину 11–12 см, особи длиной более 17 см встречаются единичными экземплярами.

В акватории Балаклавской бухты примерно половина встречающихся особей имеет длину 12–13 см, почти 90 % встречающихся особей имеет длину 10–14 см. Особи длиной более 17 см встречаются единичными экземплярами.

В. Н. Тихонов и Р. Н. Прокопенко [19] отмечали, что возрастной состав ставриды в промысловых уловах в отдельные годы значительно колеблется. Это

свидетельствует о вступлении в промысел поколений различной урожайности. Далее в этой работе отмечено, что ставрида старших возрастных групп в наибольшем количестве бывает на местах зимовки – в Балаклаве. Это подтверждается и в наших исследованиях. В акватории Балаклавской бухты встречались рыбы более старших возрастных групп – двух- и трехгодовики. В то время как в прибрежных водах Севастополя преобладали более молодые особи – годовики и двухгодовики.

На возрастной состав весенних уловов ставриды сказываются также сроки начала миграции. Следует отметить, что сроки подъема перезимовавшей ставриды в верхние горизонты воды весной зависят от гидрометеорологических условий. В работе [19] отмечено, что из района Балаклавской бухты весенняя миграция ставриды начинается в конце апреля–начале мая, продолжительность весенней миграции на запад в разные годы продолжается от одного до двух месяцев. При этом до начала активной миграции ставрида еще держится в районе мест зимовок и поэтому в весенних уловах ставриды из акватории Балаклавской бухты (с учетом возрастного состава зимующей ставриды) преобладают особи более старших возрастных групп.

Полученный нами массив данных, как правило, включал особей, отловленных в весенне-летний период, то есть период наибольшей миграционной активности. И именно для этого периода мы постоянно (каждый год) получаем результаты, доказывающие наличие отличительных особенностей группировок. В зимний период улов малочисленен, поэтому не был включен в обсуждение. Однако биология вида такова, что в этот период, ставрида, не совершает миграций, а опускается в зимовальные ямы, следовательно, не имеет возможности смешиваться.

В табл. 1 кроме размерно-весовых характеристик приведены также найденные константы уравнения роста Бергаланфи (см. выражение (2)), константы регрессионной зависимости «вес–длина» и коэффициенты детерминации. Получена достаточно высокая оценка качества регрессионных кривых зависимости «вес–длина» как для ставриды из прибрежных вод Севастополя ($R^2 = 0,9783$), так и ставрида из акватории Балаклавской бухты ($R^2 = 0,9651$).

На рис. 3 изображены усредненные за период проведения исследований (с 2010 по 2018 годы) зависимости «вес–длина» для ставриды, выловленной в прибрежных водах на юго-западном шельфе Крыма.

Анализ результатов показывает, что масса особей из прибрежных вод Севастополя варьирует от 3,5 до 100,7 г (при среднем значении $16,67 \pm 9,76$ г), а из акватории Балаклавской бухты – от 7,2 до 93 г при среднем значении $26,08 \pm 11,59$ г. Средняя масса рыб, обитающих в акватории Балаклавской бухты, примерно на 50 % выше, чем у рыб, обитающих в прибрежных водах Севастополя.

В работе К. С. Ткачевой и др. [21] проведены исследования влияния кормовых условий на межгодовые отличия в развитии различных видов рыб. Отмечено, что в различные годы темп роста сеголетков ставриды различен, при этом между их ростом и биомассой зоопланктона существует прямая связь. Отличия в межгодовом росте в зависимости от обеспеченности могут достигать 20–25 % и даже более. Это

же относится и к региональным отличиям в развитии рыб в зависимости от отличий в концентрации и видовом составе фито- и зоопланктона различных акваторий.

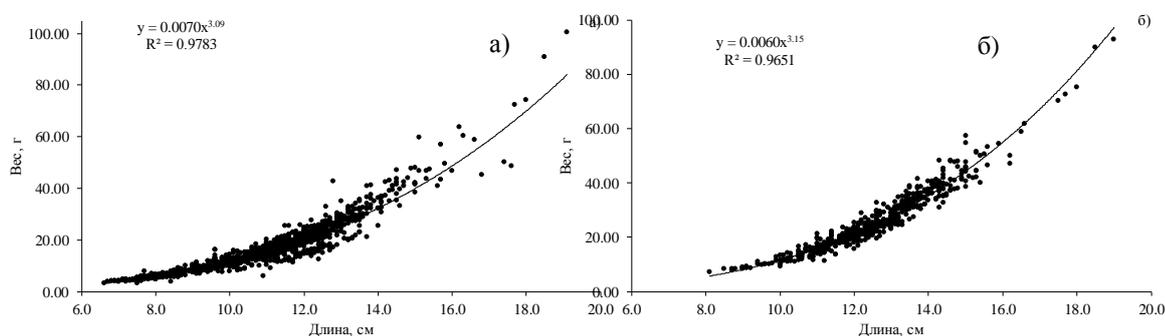


Рис. 3. Усредненные зависимости «вес–длина» для ставриды; а) из прибрежных вод Севастополя; б) из акватории Балаклавской бухты.

В [21] была найдена высокая корреляционная связь между параметрами кормовой базы и линейным ростом молоди промысловых рыб. Так между средней длиной сеголеток ставриды и биомассой планктона получен коэффициент корреляции $r = 0,72$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Для весового роста коэффициент корреляции еще выше – $r = 0,92$ при уровне значимости $\alpha = 0,001$.

Как было отмечено выше, акватория Балаклавской бухты в экологическом плане является более благополучной по сравнению с прибрежными водами Севастополя, что соответствующим образом отражается на концентрации и видовом составе фито- и зоопланктона, и является одной из причин наблюдаемых различий в размерах и массе особей ставриды из рассматриваемых регионов.

Для сравнительной оценки региональных отличий с помощью t -критерия Стьюдента была проведена оценка статистической значимости достоверности различий ставриды, обитающей в прибрежных водах Севастополя и акватории Балаклавской бухты. Как по средней массе, так и по средней длине была получена достаточно высокая вероятность различий (уровень значимости $\alpha < 0,001$), что подтверждает высказанные предположения о существенности различий у ставриды, обитающей в разных районах на юго-западном шельфе Крыма.

Полученные константы уравнений линейного роста и коэффициенты зависимости «вес–длина» (см. табл. 1) позволили составить уравнение весового роста особей ставриды:

прибрежные воды Севастополя

$$W_t = 123,9 \cdot [1 - e^{-0,21(t-1,2)}]^{3,09}, \quad (n = 1324); \quad (7)$$

акватория Балаклавской бухты

$$W_t = 150,0 \cdot [1 - e^{-0,18(t-1,35)}]^{3,15}, \quad (n = 508). \quad (8)$$

Полученные уравнения (7) и (8) были использованы для расчета суточной удельной продукции особи и относительного годового прироста биомассы промыслового стада.

На рис. 4 изображены зависимости суточного прироста массы особи в миллиграммах для рыб, относящихся к различным размерным группам. Видно, что абсолютный прирост массы ставриды зависит от размеров (возраста) особи и района обитания. Изменения абсолютного ежесуточного прироста массы имеют куполообразный вид. У рыб малых размеров (младших возрастных групп) суточный прирост массы составляет 15–20 мг, затем он растет, достигает максимума и далее у рыб старших возрастных групп абсолютный прирост массы уменьшается. Расчеты показывают, что у ставриды, обитающей в прибрежных водах Севастополя, максимальный суточный прирост массы наблюдается при стандартной длине 15 см и составляет 37 мг.

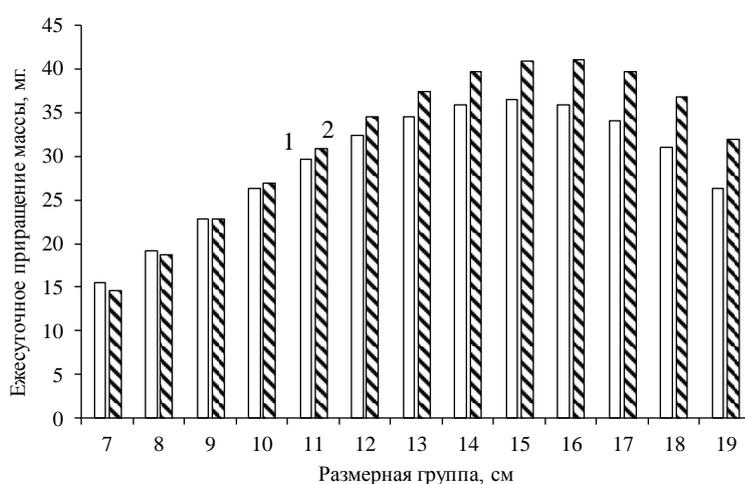


Рис. 4. Суточный прирост массы особей ставриды 1 – прибрежные воды Севастополя; 2 – акватория Балаклавской бухты.

Вес особи такой длины составляет 40 г, а возраст – 3,75 года. Средний максимальный (предельно достижимый) вес ставриды из этого региона составляет 120–130 г. С учетом этого можно установить, что наибольшие абсолютные значения прироста массы ставриды наблюдаются в возрасте, когда рыба в своем росте достигает примерно одной трети своего предельно достижимого веса.

У ставриды, обитающей в акватории Балаклавской бухты, максимальный суточный прирост массы особей наблюдается при стандартной длине около 16 см и составляет 41,3 мг. Вес особей ставриды такой длины составляет 41–42 г, возраст – 4,25 года. Расчеты показывают, что средний максимальный вес ставриды составляет 150 г. С учетом этого можно установить, что наибольшие абсолютные значения прироста массы ставриды из акватории Балаклавской бухты наблюдаются при

массе, составляющей примерно одну четверть от своего предельно достижимого веса.

При сравнительном анализе установлено, что суточный прирост массы ставриды из акватории Балаклавской бухты практически у рыб всех размерных групп промыслового стада превышает суточный прирост массы ставриды из прибрежных вод Севастополя (рис. 5). Причиной этого может быть различная обеспеченность пищей.

Так, при вскрытии желудков у ставриды, отловленной донными ловушками в утреннее время, в обеих акваториях желудки в основном были пустыми. Тем не менее, если у ставриды из прибрежных вод Севастополя мы наблюдали только слизь и наличие слабых остатков пищи в желудках, то у рыб из акватории Балаклавской бухты содержимое пищевого комка было достаточно разнообразным: атерина, хамса, песчанки, реже мизиды. Лучшая обеспеченность пищей и ее высокая калорийность являются, на наш взгляд, причиной более высоких суточных приростов особей ставриды, выловленной в акватории Балаклавской бухты.

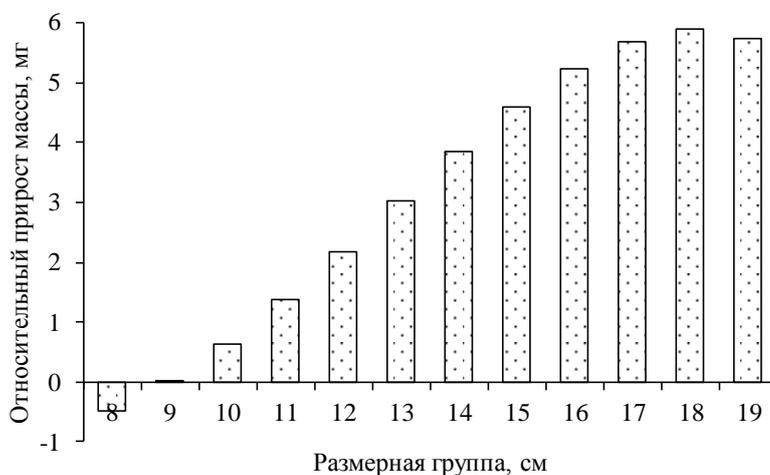


Рис. 5. Превышение суточного прироста массы у ставриды из акватории Балаклавской бухты относительно прибрежных вод Севастополя.

Наращение биомассы популяции определяется индивидуальным весовым ростом рыб разных возрастов и возрастным (размерным) распределением рыб в популяции. В соответствии с этим сумму вкладов особей каждой размерной группы в наращивание биомассы промыслового стада находили как сумму произведений абсолютного суточного прироста массы особей соответствующей размерной группы и относительной численности этой размерной группы.

На рис. 6 изображена зависимость относительного вклада особей каждой размерной группы в прирост биомассы промыслового стада с учетом относительной численности размерной группы.

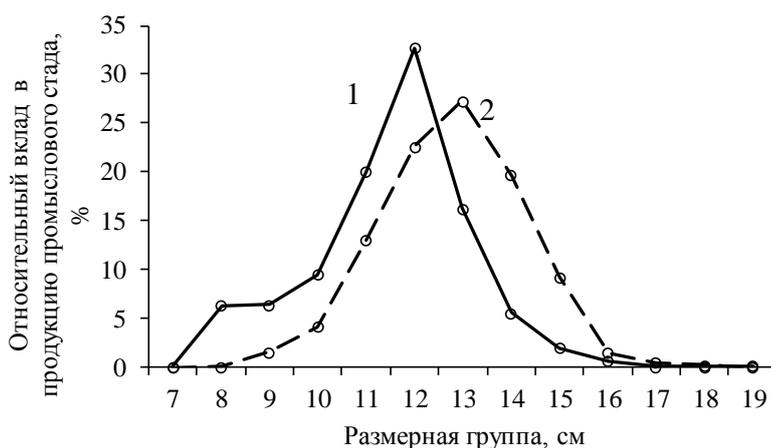


Рис. 6. Относительный вклад особей размерной группы в продукцию промыслового стада 1 – прибрежные воды Севастополя; 2 – акватория Балаклавской бухты.

У ставриды, обитающей в прибрежных водах Севастополя, размерные группы 11, 12 и 13 см совместно вносят 69 % прироста массы промыслового стада. Особи длиной 15 см хотя и характеризуются наибольшим суточным приростом массы (см. рис. 4), но из-за своей малочисленности рыбы размерной группы 15 см вносят лишь 2 % общего прироста промыслового стада. Наибольший вклад в продукцию промыслового стада вносят рыбы, относящиеся к размерной группе 12 см (32,7 %).

У ставриды, обитающей в акватории Балаклавской бухты, рыбы, относящиеся к размерным группам 12, 13 и 14 см, вносят почти 70 % прироста промыслового стада. Особи длиной 16 см хотя и характеризуются наибольшим суточным приростом веса, но из-за своей малочисленности, рыбы этой размерной группы вносят лишь 1,5 % общего прироста промыслового стада. Наибольший вклад в продукцию промыслового стада вносят рыбы, относящиеся к размерной группе 13 см (27,3 %).

Динамика нарастания и убыли вклада особей разных размерных групп в изменение биомассы промыслового стада (см. рис. 6) характеризуется увеличением, достижением максимума и далее следует уменьшение вклада рыб последующих размерных групп в прирост биомассы промыслового стада. Объясняется это тем, что у младших возрастных групп, имеющих размеры меньше средней длины рыб промыслового стада, увеличение вклада в общую продукцию обеспечивает соматический рост особей. У старших возрастных групп, размеры которых превышают среднюю длину, уменьшение вклада объясняется малой относительной численностью рыб, остающихся в стаде.

Расчеты показали, что относительный годовой прирост биомассы промыслового стада, обитающего в прибрежных водах Севастополя, составляет

70 %, а годовой относительный прирост биомассы промыслового стада, обитающего в акватории Балаклавской бухты, несколько меньше и составляет 56 %.

Кажущееся противоречие, связанное с тем, что, с одной стороны, особи ставриды, обитающей в акватории Балаклавской бухты, характеризуются большим абсолютным приростом массы практически для всех размерных групп, но с другой стороны, промысловое стадо, к которому относятся эти рыбы, характеризуется меньшим относительным приростом биомассы, объясняется тем, что средний вес особей из акватории Балаклавской бухты примерно на 50 % выше, чем особей, обитающих в прибрежных водах Севастополя. Это, несмотря на более высокий абсолютный прирост массы особей, приводит к меньшему относительному приросту биомассы промыслового стада.

Полученные результаты по особенностям индивидуального роста и продукционным характеристикам ставриды, обитающей в микроклиматических подзонах прибрежных вод северного и южного склонов Гераклейского п-ова, могут быть использованы при расчете прироста промысловых стад и прогнозировании объемов вылова ставриды на юго-западном шельфе Крыма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Ставрида, обитающая в прибрежных водах Севастополя, расположенных в микроклиматической подзоне северного склона Гераклейского п-ова, по ряду параметров (размерному составу, суточному приросту массы особей и динамике прироста биомассы промыслового стада) отличается от ставриды, обитающей в акватории Балаклавской бухты, расположенной в климатической подзоне южного склона Гераклейского п-ова.
2. У ставриды, обитающей в акватории Балаклавской бухты, суточный прирост массы больше, чем у ставриды из прибрежных вод Севастополя. При этом отличия в суточном приросте массы особей достигают 6 мг. Максимальный суточный прирост массы у ставриды из прибрежных вод Севастополя наблюдается в возрасте 3,73 года и составляет 37 мг, а у ставриды из акватории Балаклавской бухты максимальный суточный прирост массы особей ставриды наблюдается в возрасте 4,25 года и составляет 41,3 мг.
3. Относительный годовой прирост биомассы промыслового стада, обитающего в прибрежных водах Севастополя, составляет 70 %, а относительный годовой прирост биомассы промыслового стада, обитающего в акватории Балаклавской бухты – 56 %.

Работа выполнена:

– по госбюджетной теме ИПТС 0012-2019-0002 «Фундаментальные исследования процессов в климатической системе, определяющих пространственно-временную изменчивость природной среды глобального и регионального масштабов» руководитель направления – член-корр. РАН А. Б. Полонский;

– по теме "Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем" (№ 0828-2019-0006) (регистрационный номер НИОКТР: АААА-А18-118020890090-2).

Список литературы

1. Зуев Г. В. Рыбные ресурсы Черного моря (состав, состояние запасов и эксплуатация) / Г. В. Зуев, Д. К. Гуцал, Е. Б. Мельникова, В. А. Бондарев, Ю. Л. Мурзин // Гидробиол. журн. – 2010. – Т. 46. – № 4. – С. 16–27.
2. Yankova M. Stock Assessment form Small Pelagics / M. Yankova // <http://www.fao.org/gfcm/data/safs/en/> 2014.
3. Алев Ю. Г. Ставрида Чёрного моря / Ю. Г. Алев. – Симферополь: Крымиздат, 1952. – 24 с.
4. Зуев Г. В. Эколого-географическая гипотеза происхождения крупной черноморской ставриды (Carangidae, Pisces) / Г. В. Зуев, Е. Б. Мельникова // Мор. экол. журн. – 2003. – Т. 2, вып. 1. – С. 59–73.
5. Амброз А. П. Распределение и промысел черноморской ставриды / А. П. Амброз // Тр. ВНИРО – 1954. – С. 113–125.
6. Алев Ю. Г. О размножении черноморской ставриды южного стада в северных районах Черного моря / Ю. Г. Алев // Труды Севастоп. биол. станции. – 1959 – Т. 12 – С. 271–284.
7. Салехова Л. П. Морфологическая характеристика ставриды *Trachurus mediterraneus* Staindachner, обитающей в прибрежной зоне Крыма / Л. П. Салехова // Рибне господарство України. – 2007. – № 3–4. – С. 38–43.
8. Юрахно В. М. О существовании возможных локальных группировок черноморской ставриды в прибрежье Севастополя / В. М. Юрахно, Н. С. Кузьминова // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: Материалы VII Междунар. конф. Керчь. 2012. – Т. 1 – С. 100–103.
9. Шляхов В. А. Промыслово-биологические показатели российского рыболовства для важнейших распределенных запасов водных биоресурсов Черного моря в 2015–2016 и в ретроспективном периоде / В. А. Шляхов, О. В. Шляхова, В. П. Надолинский, О. А. Перевалов // Материалы IX Международной научно-практической конференции. Керчь. 6. 10. 2017 г. – 2017. – С.24–38.
10. Кузьминова Н. С. Популяционные, морфофизиологические и морфометрические отличия черноморской ставриды из прибрежной зоны Севастополя и Балаклавы / Н. С. Кузьминова, Ю. Л. Мурзин, Ю. В. Самотой // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. – 2018. – Том 4 (70). – С. 97–107.
11. Попов М. А. Геоморфологический очерк залива Мегало-Яло и Балаклавской бухты / М. А. Попов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2006. – Вып. 14. – С. 209–214.
12. Ломакин П. Д. Современное состояние основных компонентов экосистемы Балаклавской бухты по материалам комплексного мониторинга ИнБЮМ НАН Украины / П. Д. Ломакин, М. А. Попов // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – 2011. – Вып. 1(12). – С. 83–95.
13. Ациховская Ж. М. Динамика вод Балаклавской бухты и прилегающей акватории Черного моря / Ж. М. Ациховская, А. А. Субботин // Экология моря. – 2000. – № 50. – С. 5–8.
14. Ломакин П. Д. Проявление апвеллинга в полях гидрофизических и гидрохимических элементов на акватории Балаклавской бухты / П. Д. Ломакин, М. А. Попов, Е. А. Куфтаркова, Н. П. Ковригина // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2010. – Вып. 23. – С. 180–192.
15. Мысливец В. И. К геоморфологии дна Севастопольской бухты / В. И. Мысливец, В. Н. Коротаев, А. С. Зверев, М. В. Федин, М. М. Федин // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2011. – Т. 1, вып. 25. – С. 104–111.
16. Миронов О. Г. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке. / О. Г. Миронов, Л. Н. Кирюхина, С. В. Алемов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2003. – 185 с.
17. Миронов О. Г. Комплексные экологические исследования Балаклавской бухты / О. Г. Миронов, Л. Н. Кирюхина, С. В. Алемов // Экология моря. – 1999. – № 49. – С. 16–20.

18. Гуров К. И. Факторы формирования и отличительные особенности физико-химических характеристик донных отложений Балаклавской бухты (Черное море) / К. И. Гуров, Е. И. Овсяный, Е. А. Котельянец, С. К. Коновалов // Морской гидрофизический журнал. – 2015. – № 4. – С. 51–58.
19. Тихонов В. Н. Некоторые сведения о ставриде Черного моря / В. Н. Тихонов, Р. Н. Прокопенко // Тр. АзЧерНИРО. – 1950. – Вып. 14. – С. 63–75.
20. Иванов Л. С. Питание и пищевые взаимоотношения / Л. С. Иванов, В. А. Костюченко, И. Каутиш // Основы биологической продуктивности Черного моря. – Киев: Наукова Думка. – 1979. – С. 259–263.
21. Ткачева К. С. О роли зоопланктона в прогнозировании динамики численности планктонядных рыб Черного моря / К. С. Ткачева, А. И. Федорина // Труды ВНИРО. – 1973. – Т 091. – С. 61–67.
22. Шульман Г. Е. Продуктивность рыб Чёрного моря / Г. Е. Шульман, С. Ю. Урденко – Киев: Наукова думка. – 1989. – 188 с.
23. Юдкин И. И. Ихтиология / И. И. Юдкин. – М.: Пищепромиздат. – 1955. – 323 с.
24. Мельникова Е. Б. Методика определения коэффициентов уравнения роста Берталанфи при неравных измерительных интервалах / Е. Б. Мельникова // Риб. госп-во України. – 2008. – № 1(54). – С. 25–26.

INDIVIDUAL GROWTH AND PRODUCTION CHARACTERISTICS OF STOCKS OF HORSE MACKEREL *TRACHURUS MEDITERRANEUS*, LIVING ON THE SOUTHWESTERN SHELF OF CRIMEA

Melnikova E. B.¹, Kuzminova N. S.²

¹*Institute of Natural and Technical Systems, Sevastopol, Crimea, Russia*

²*Institute of Marine Biological Research RAN, Crimea, Russia*

E-mail: helena_melnikova@mail.ru

It was found that the Mediterranean horse mackerel inhabiting the coastal waters of Sevastopol, located in the microclimatic subzone of the Northern slope of the Herakleian Peninsula, differs from the *Trachurus mediterraneus* living in the waters of the Balaklavskaya bay, located in the climatic subzone of the southern slope of the Herakleian Peninsula on a number of parameters (size, daily weight increase of individuals and the dynamics of biomass growth of the commercial herd). In catches of horse mackerel from the coastal waters of Sevastopol, mainly individuals with a length of 9–12 cm (about 78 %) were found, about half (45.6 %) of the individuals found were 11–12 cm length. In the waters of the Balaklava Bay, larger individuals were found. So about half of the individuals found had a length of 12–13 cm, almost 90 % of the individuals found had a length of 10–14 cm. The statistical significance of the trustworthiness of differences in mackerel living in the coastal waters of Sevastopol and the water area of Balaklava Bay was carry out using Student's t-test. A rather high probability of differences was obtained both in average weight and in average length (significance level $\alpha < 0,001$). The reasons for the observed differences in the length and weight characteristics of horse mackerel living in the coastal waters of the northern and southern slopes of the Heracleian Peninsula are discussed. Von Bertalanffi growth equations were determined. The calculation and graphs of daily weight growth of the horse mackerel from different climatic subzones of the study area are given. It was shown that the daily weight increase of fish in the waters of the Balaklavskaya bay is greater than that of the horse mackerel from the coastal

Sevastopol waters. We suggest that this may be due to different food availability and its calorie content. At the same time, the differences in the daily weight increase of individuals reach 6 mg. It was noted that the biomass growth of the commercial herd is determined by the individual weight growth of individuals and the size distribution of fish in the commercial herd. In accordance with this, the calculation of the daily and relative annual growth of the biomass of the commercial herd was carried out. Our analysis showed that the relative annual biomass growth of commercial herd inhabiting the coastal waters of the northern slope of Herakleian Peninsula is 70 %, and the relative annual biomass of horse mackerel caught in the coastal waters of the southern slope of Herakleian Peninsula is 56 %. In addition, in catches from the Balaklavskaya bay, mainly fish of the older age groups, two- and three-year-olds, were, while in the coastal waters of Sevastopol, younger individuals predominated – yearlings and 2 y.o. fish. The results on individual growth characteristics and production characteristics can be used in calculating the growth of fishing herds and predicting the volume of catch of horse mackerel on the south-western shelf of the Crimea.

Keywords: Mediterranean horse mackerel, bays of Sevastopol, Balaklavskaya bay, weight gain, production characteristics.

References

1. Zuev G. V., Gutsal D. K., Melnikova E. B., Bondarev V. A., Murzin Yu. L. Fish resources of the Black Sea (composition, stock status and operation), *Hydrobiol. Journal*. **46**, 4 (2010).
2. Yankova M. Stock Assessment form Small Pelagics // <http://www.fao.org/gfcm/data/safs/en/> (2014).
3. Aleev Yu. G. *Black Sea horse mackerel* (1952).
4. Zuev G. V., Melnikova E. B. Ecological and geographical hypothesis of the origin of large Black Sea horse mackerel (Carangidae, Pisces), *Mor. eco-friendly. Journal*. **2**, 1 (2003).
5. Ambrose A. P. Distribution and fishing of the Black Sea horse mackerel, *Tr. VNIRO* (1954).
6. Aleev Yu. G. About breeding of the Black Sea horse mackerel of the southern herd in the northern regions of the Black Sea, *Tr of Sevastop. biol. station*. **12** (1959).
7. Salekhova L. P. Morphological characteristics of mackerel *Trachurus mediterraneus* Staindachner, living in the coastal zone of Crimea, *Ribne statehood of Ukraine*. **3-4** (2007).
8. Yurahno V. M., Kuzminova N. S. On the existence of possible local groups of the Black Sea horse mackerel in the coast of Sevastopol, *Modern fisheries and environmental problems of the Azov-Black Sea region: Materials of the VII Intern. conf. Kerch*. **1** (2012).
9. Shlyakhov V. A., Shlyakhova O. V., Nadolinsky V. P., Perevalov O. A. Commercial and biological indicators of Russian fisheries for the most important distributed reserves of aquatic biological resources of the Black Sea in 2015–2016 and in the retrospective period, *Materials of the IX International Scientific and Practical Conference. Kerch*. (2017).
10. Kuzminova N. S., Murzin Yu. L., Samotoy Yu. V. Population, morphophysiological and morphometric differences of the Black Sea horse mackerel from the coastal zone of Sevastopol and Balaklava. *Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky Biology. Chemistry*. **4 (70)** (2018).
11. Popov M. A. Geomorphological sketch of Megalo-Yalo Bay and Balaklava Bay, *Environmental safety of coastal and shelf zones and integrated use of shelf resources. Sevastopol: ECOSI-Hydrophysics*. **14** (2006).
12. Lomakin P. D., Popov M. A. The current state of the main components of the ecosystem of the Balaklava Bay based on the materials of integrated monitoring, InBYUM NAS of Ukraine, *Bulletin of the Hydrometeorological Center of the Black and Azov Seas*. **1, 12**. (2011).
13. Atsikhovskaya Zh. M., Subbotin A. A. Dynamics of the waters of the Balaklava Bay and the adjacent Black Sea *Ecology of the sea*. **50** (2000).

14. Lomakin P. D., Popov M. A., Kuftarkova E. A., Kovrigina N. P. The manifestation of upwelling in the fields of hydrophysical and hydrochemical elements in the waters of the Balaklava Bay, *Environmental safety of coastal and shelf zones and integrated use of shelf resources. Sevastopol: ECOSI-Hydrophysics*. **23** (2010).
15. Myslivets V. I., Korotaev V. N., Zverev A. S., Fedin M. V., Fedin M. M. To the geomorphology of the bottom of the Sevastopol Bay, *Ecological safety of coastal and shelf zones and integrated use of shelf resources. Sevastopol: ECOSI-Hydrophysics*. **1**, 25 (2011).
16. Mironov O. G., Kiryukhina L. N., Alemov S. V. Sanitary and biological aspects of the ecology of Sevastopol bays in the twentieth century. *Sevastopol: ECOSI-Hydrophysics*. (2003).
17. Mironov O. G., Kiryukhina L. N., Alemov S. V. Integrated environmental studies of the Balaklava Bay, *Ecology of the sea*. **49** (1999).
18. Gurov K. I., Ovsyany E. I., Kotelianets E. A., Konovalov S. K. Formation factors and distinguishing features of the physicochemical characteristics of bottom sediments of the Balaklava Bay (Black Sea) *Marine Hydrophysical Journal*. **4** (2015).
19. Tikhonov V. N., Prokopenko R. N. Some information about horse mackerel of the Black Sea, *Tr. AzCHERNIRO*. **14** (1950).
20. Ivanov L. S., Kostyuchenko V. A., Kautish I. Nutrition and nutritional relationships, *Fundamentals of the biological productivity of the Black Sea*. (1979).
21. Tkacheva K. S., Fedorina A. I. On the role of zooplankton in predicting the dynamics of abundance of planktivorous fish in the Black Sea, *Tr. VNIRO*. **091** (1973).
22. Shulman G. E., Urdenko S. Yu. *Productivity of fishes of the Black* (1989).
23. Yudkin I. I. *Ichthyology* (1955).
24. Melnikova E. B. The methodology for determining the coefficients of the Bertalanffy growth equation for unequal measuring intervals, *Fisheries of Ukraine*. **1 (54)**. (2008).