

УДК 597.555.5

ОБНАРУЖЕНИЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ МЕРЛУЗЫ *MERLUCCIIUS MERLUCCIIUS* (MERLUCCIIDAE) У ЧЕРНОМОРСКИХ БЕРЕГОВ КРЫМА

© 2024 г. Д. Н. Куцын^{1,*}, И. Ю. Тамойкин¹, И. В. Вдодович¹,
Т. Н. Климова¹, П. И. Дончик¹

¹Институт биологии южных морей РАН — ИнБЮМ РАН, Севастополь, Россия

*E-mail: makaira88@gmail.com

Поступила в редакцию 10.04.2023 г.

После доработки 05.05.2023 г.

Принята к публикации 16.05.2023 г.

Описана первая находка европейской мерлузы *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) в северной части Чёрного моря, у берегов Крыма, в декабре 2022 г. при температуре поверхности моря 13°C. Особь обнаружена в улове установленного на глубине 24 м донного ставного невода. Экземпляр общей длиной тела 30.6 см и массой 213.5 г был половозрелым самцом в возрасте 3 года. Согласно результатам обратных расчислений, полученных в ходе анализа среза отолита, индивидуальный рост пойманной рыбы происходил следующим образом: общая длина 17.7, 25.5 и 30.6 см к концу соответственно первого, второго и третьего года жизни. В желудочно-кишечном тракте выловленной особи пищевые объекты не обнаружены. Рассмотрена географическая изменчивость жизненного цикла мерлузы. Выявлено, что максимальных размеров и возраста вид достигает в условиях высоких широт при низких температурах воды. Предположительно максимальные размеры и возраст мерлузы в Чёрном море могут быть несколько выше, чем в Средиземном, при этом ниже, чем в Северо-Восточной Атлантике. Проанализированы перспективы дальнейшего расселения и увеличения численности мерлузы в Чёрном море. По-видимому, препятствием для успешной натурализации вида могут стать низкая солёность и конкуренция со стороны нативной ихтиофауны. Однако сохранение тренда повышения солёности Чёрного моря в условиях потепления будет увеличивать вероятность натурализации мерлузы.

Ключевые слова: европейская мерлуза *Merluccius merluccius*, отолиты, возраст, питание, Средиземное море, Чёрное море, Крым.

DOI: 10.31857/S0042875224010054, **EDN:** ACEWOL

Европейская мерлуза, или европейский хек *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758), — морской демерсальный хищный вид рыб семейства Merlucciidae. Широко распространён в Восточной Атлантике: от Норвегии и Исландии на севере до Мавритании на юге. В Средиземном море встречается повсеместно, в Чёрном море зарегистрирован у берегов Турции (Froese, Pauly, 2023). Населяет глубины 30–1075 м, чаще 70–400 м (Lloris et al., 2005). Благодаря гибкой стратегии питания в совокупности с ежедневными вертикальными миграциями европейская мерлуза играет важную роль в распределении потока энергии, охватывающем пелагические и бентические области (D'Iglio et al., 2022). Взрослые особи питаются преимущественно рыбой, проявляя каннибализм, в то время как молодь предпочитает ракообразных (Bozzano et al., 2005).

Вид имеет высокую коммерческую ценность, и его суммарный промышленный вылов достигает существенных объёмов (до нескольких десятков тысяч тонн) в умеренных, субтропических и отчасти тропических водах Восточной Атлантики, включая Средиземное и Мраморное моря (Payne et al., 1987; Bozzano et al., 2005; Hake ..., 2012; Fanelli et al., 2018).

В Чёрном море мерлузу регистрировали редко и только в южной, западной и восточной частях, у берегов Турции, Болгарии и Грузии (Световидов, 1964; Васильева, 2007; Парин и др., 2014). Некоторые турецкие исследователи считают (Öztürk et al., 2022), что, несмотря на указание европейской мерлузы в списках видов южной части Чёрного моря в ранних работах (Bilecenoğlu et al., 2014), никаких убедительных подтверж-

дений этому нет. Озтюрк с соавт. (Öztürk et al., 2022) утверждают, что первые находки мерлузы в юго-восточной части Чёрного моря были задокументированы только в 2021 г. Однако Тюркер и Бал (Türker, Bal, 2018) приводят данные по зависимости массы мерлузы от размеров, полученные для выборки из 121 экз., собранной в прибосфорском районе в 2013 г. Упоминания о поимках мерлузы у берегов Кавказа (р-ны г. Батуми в Абхазии и г. Сухуми в Абхазии) удалось найти лишь в одной работе (Майорова, Марти, 1938). В работе Климовой с соавт. (2018) указано, что в 2017 г. у черноморских берегов Крыма были зарегистрированы две личинки мерлузы. Взрослых особей в северной части Чёрного моря ранее не отмечали.

В настоящее время в условиях потепления климата наблюдаются широкомасштабные сукцессии морских экосистем, определяющие характер преобразования ихтиофауны (McKenzie et al., 2021). Одним из проявлений этого преобразования являются широтные сдвиги в распределении видов с перемещением к полюсу рыб умеренных и субтропических регионов (Hickling et al., 2006). В случае с Чёрным морем, имеющим связь со Средиземным через пролив Босфор, процесс расселения средиземноморских видов проявляется весьма заметно и носит название “медитерранизация” ихтиофауны (Yankova et al., 2013). Регистрация мерлузы у берегов Крыма может являться следствием этого процесса.

Цель работы – описать первый случай поимки взрослой особи европейской мерлузы в северной части Чёрного моря (у юго-западного побережья Крыма), привести её некоторые биологические характеристики, а также оценить перспективы натурализации этого вида в экосистеме Чёрного моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Экземпляр мерлузы был добыт 02.12.2022 г. в районе устья бух. Стрелецкая (г. Севастополь, Крым, координаты: 44°36'47.1" с.ш., 33°28'21.7" в.д.) (рис. 1). Орудие лова – донный ставной невод, размер ячеи 12 мм, глубина постановки 24 м. После поимки экземпляр был заморожен, а затем передан в отдел ихтиологии ИнБЮМ РАН для камеральной обработки.

Для идентификации видовой принадлежности использовали каталоги-определители (Световидов, 1964; Васильева, 2007). Общую (TL)

и стандартную (SL) длину особи измеряли с точностью до 1 мм, общую массу тела (TW), массу тела без внутренностей, массу гонад (GW) и печени – до 0.01 г. Стадию зрелости гонад устанавливали по 5-балльной шкале (Manual ..., 1974). Гонадосоматический индекс (ГСИ) определяли как отношение массы гонад к общей массе тела рыбы в %: $ГСИ = 100GW/TW$ (Barber, Blake, 2006). Исследовали содержимое желудочно-кишечного тракта особи (Руководство ..., 1961).

Длину, высоту и толщину отолиров (сагитт) измеряли штангенциркулем с точностью 0.05 мм. Массу отолиров устанавливали на лабораторных весах с точностью 0.001 г. Для определения возраста использовали как целый отолит, так и залитый в полимер (эпоксидную смолу) и отшлифованный срез (Morales-Nin et al., 1998). Отолиты помещали в 50%-ный раствор глицерина и просматривали в падающем свете на тёмном фоне при десятикратном увеличении под микроскопом МСП-1 (“ЛОМО”, Россия) с применением цифровой камеры МС-3.1 (“ЛОМО-Микросистемы”, Россия). Возраст определяли путём подсчёта сочетаний опакых и транслюцентных зон, формирующих годовой прирост (Morales-Nin et al., 1998). Край первой от центра видимой транслюцентной зоны интерпретировали как добавочное (демерсальное) кольцо (рис. 2), сформированное при переходе с пелагического на придонный образ жизни (Morales-Nin et al., 1998). Для описания индивидуального роста проводили обратные расчисления длины



Рис. 1. Место поимки (●) особи европейской мерлузы *Merluccius merluccius*.

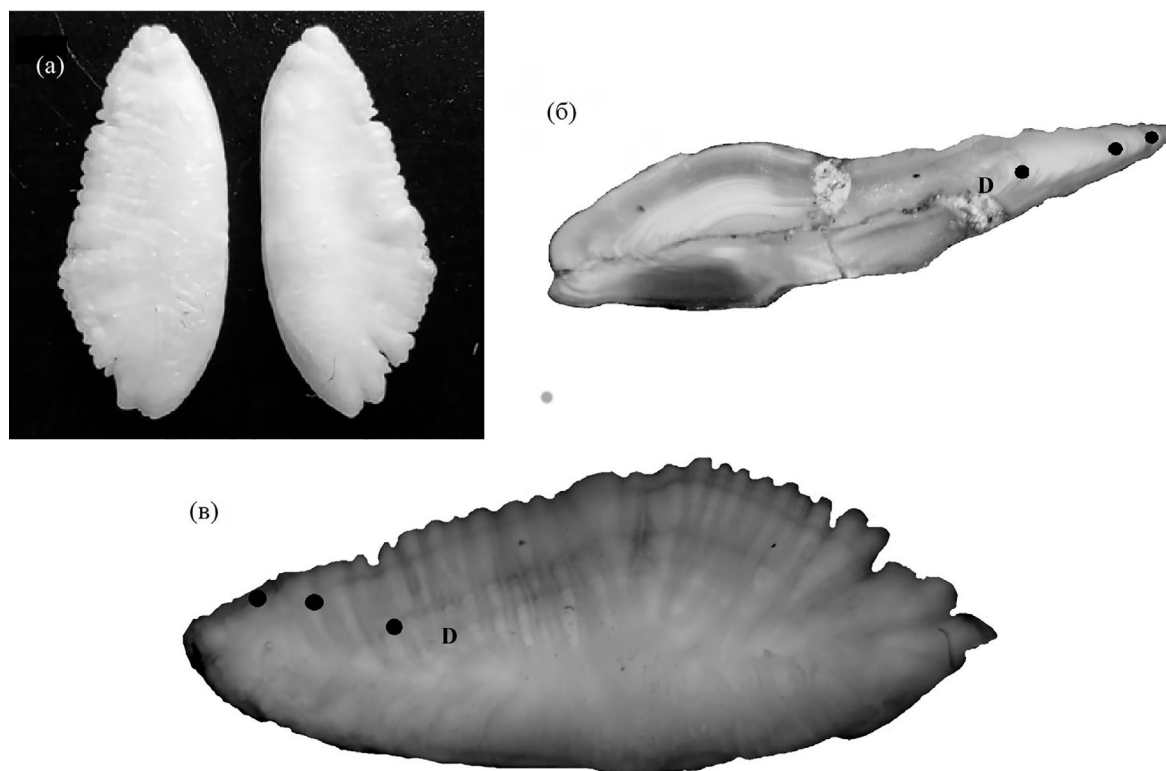


Рис. 2. Сагитты европейской мерлузы *Merluccius merluccius* TL 30.6 см, выловленной у берегов Юго-Западного Крыма: а – внешний вид, б – фронтальный срез через центр, в – целый отолит; кольца: (●) – годовые, D – демерсальное.

по формуле: $L_i = S_i L_c / S_c$ (Lee, 1920), где L_i – длина рыбы в возрасте i ; S_i – радиус годового кольца (расстояние от центра до пострострального края зоны годового прироста), соответствующего возрасту i ; L_c – TL рыбы при поимке; S_c – радиус отолита (расстояние от центра до пострострального края).

Для оценки влияния температуры на максимальные размеры и возраст мерлузы применяли корреляционный анализ Спирмена и регрессионный анализ. В качестве параметра, характеризующего температурные условия морей бассейна Средиземного моря и Восточной Атлантики, применяли среднегодовую температуру поверхности моря (SST) (Olbert et al., 2012; Shaltout, Omstedt, 2014; Baptista et al., 2018).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экземпляр европейской мерлузы в улове донного ставного невода был обнаружен вместе с обычными для района массовыми промысловыми видами: ставридой *Trachurus mediterraneus*, султанкой *Mullus barbatus* и спикарой *Spicara flexuosa*. Невод был установлен на песчано-или-

стом дне. Температура поверхности воды в момент поимки составляла 13°C.

Согласно устному сообщению руководителя бригады рыбаков, предоставившего исследуемый экземпляр европейской мерлузы, около пяти лет назад в этом же районе уже попадалась похожая особь, но существенно более крупная, массой 600–700 г. К сожалению, экземпляр не сохранился.

Морфология, возраст и рост. Признаков патологии у добытого экземпляра мерлузы (рис. 3а, 3б) при визуальном обследовании внешнего вида и внутренних органов не выявлено. Особь являлась самцом, при надрезе семенников края оплывали, что считается признаком IV стадии половой зрелости (Manual ..., 1974), TL 30.6 см, SL 27.7 см, общая масса 213.51 г, масса тела без внутренностей 195.88 г, семенников – 2.15 г (рис. 3в), печени – 8.37 г. Гонадосоматический индекс составил 1.01%, что характерно для самцов, находящихся в начале нерестового периода (Kahraman et al., 2017b).

Сагитты мерлузы вытянутые, вентральный край гладкий и закруглённый, дорсальный име-



Рис. 3. Экземпляр европейской мерлузы *Merluccius merluccius* TL 30.6 см, выловленный у берегов Крыма: а — внешний вид, б — голова, в — семенники.

ет выраженную вершину, множественные выемки и зазубрины (рис. 2а, 2в). При помещении в раствор глицерина визуализируются opakовые и транслюцентные зоны. Длина, высота и толщина левой сагитты соответственно 1.415, 0.555 и 0.150 см; правой — 1.420, 0.555 и 0.140 см; масса левой сагитты — 0.120 г, правой — 0.118 г. Возраст особи, определённый как по целому отолиту, так и по срезу, — 3 года (рис. 2б, 2в). После третьего годового кольца визуализируется небольшой opakовый прирост. Согласно обратным расчислениям по целому отолиту, рост исследованной особи мерлузы происходил следующим образом: TL 19.1, 25.0 и 30.6 см к концу соответственно первого, второго и третьего года жизни. По срезу отолита получены схожие результаты — 17.7, 25.5 и 30.6 см. В целом данные по индивидуальному росту пойманной особи согласуются с результатами, полученными для мерлузы Эгейского и Мраморного морей, где к трём годам жизни она достигает длины 26–32 см (Uzer et al., 2019; Girgin, Başusta, 2020; Kahraman et al., 2017a).

Содержимое желудочно-кишечного тракта. В желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) выловленной особи пищевые объекты не обнаружены.

Отмечены паразитические нематоды (3 экз.), пластиковые волокна (нити) и 1 экз. чешуи рыбы (рис. 4). Морфологические особенности чешуи свидетельствуют о её принадлежности мерлузе (Bräger, Moritz, 2016).

Отсутствие пищи в ЖКТ, вероятно, объясняется временем простоя орудий лова, составляющим около одних суток. Кроме того, ранее установлено (Payne et al., 1987), что мерлуза осуществляет новый захват пищи, только когда кишечник становится практически пустым, а питание осуществляется исключительно в светлое время суток. Зачастую это обуславливает значительное количество особей мерлузы с пустыми кишечниками даже в случае вылова активными орудиями — от 18 до 79% (Philips, 2012; Abdellaoui et al., 2014; Garkuwa, 2018; Carrozzi et al., 2019). Вероятно, с увеличением размеров происходит снижение интенсивности питания. Ряд авторов (Garkuwa, 2018; Carrozzi et al., 2019) отмечали, что по мере роста рыб увеличивалась доля особей с пустыми кишечниками. Так, для мерлузы TL < 10.5 см она составила 41.5%, а для особей TL > 28.5 см доля пустых кишечников варьировала в пределах 65.0–72.0% (Carrozzi et al., 2019).

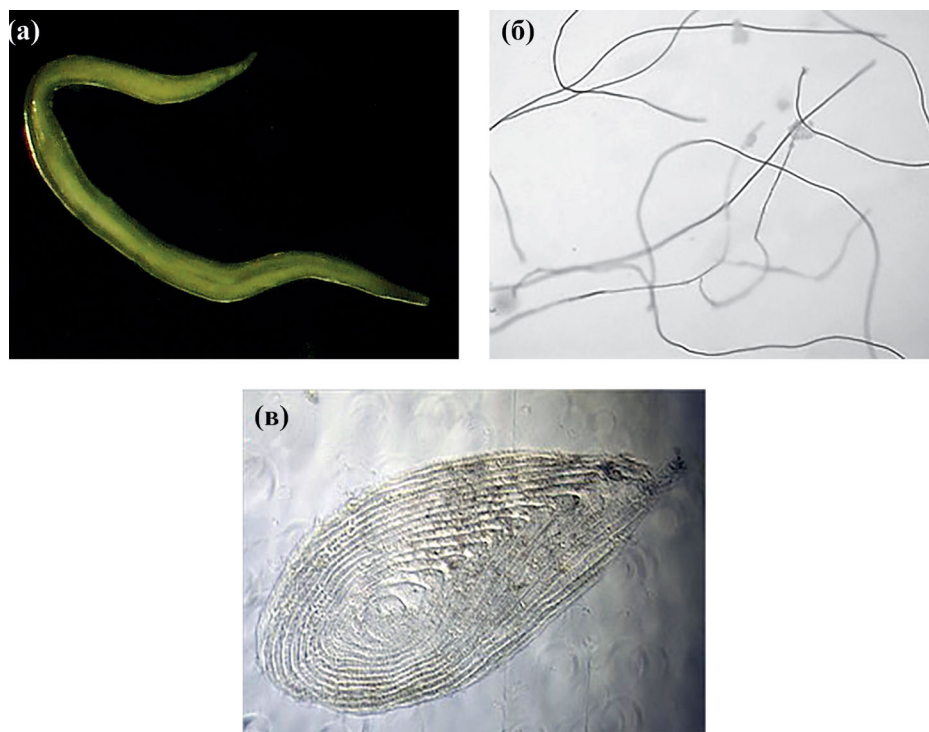


Рис. 4. Нематода (а), нити (б) и чешуя (в) из желудочно-кишечного тракта особи европейской мерлузы *Merluccius merluccius* TL 30.6 см, выловленной у берегов Крыма.

Ряд исследователей обнаруживали микропластик в желудочно-кишечном тракте мерлузы из Средиземного моря, и по разным оценкам доля таких особей составляет от 10 до 46% (Mancuso et al., 2019). Одним из наиболее распространённых типов волокон является нейлон, в основном используемый в рыболовных снастях.

Изменчивость жизненного цикла мерлузы. Исходя из наших наблюдений и сведений других авторов (Öztürk et al., 2022), в настоящее время происходит расселение мерлузы в Чёрном море, условия обитания в котором отличаются от таковых в Средиземном море и тем более в Северо-Восточной Атлантике. В этой связи возникает вопрос: какая стратегия жизненного цикла может сформироваться у мерлузы в условиях Чёрного моря в случае успешной натурализации?

Известно, что температура окружающей среды оказывает большое влияние на такие параметры жизненного цикла, как рост, развитие, предельные размеры и максимальный возраст водных эктотермных животных (Verberk et al., 2021). Наиболее стереотипной реакцией на увеличение температуры в направлении к низким широтам является ускорение развития и увели-

чение темпа роста в начале онтогенеза при снижении предельных размеров и максимального возраста (Pauly, 1998). Сокращение максимальных размеров на фоне увеличения температуры связано с растущими потребностями в кислороде (увеличением скорости обмена), отрицательной аллометрией роста площади поверхности органов дыхания по отношению к объёму тела и влиянием отбора (Pauly, 1981; Verberk et al., 2021).

Согласно вышесказанному, мерлуза из бассейна Средиземного моря должна отличаться более низкими максимальными размерами, более коротким жизненным циклом и высоким темпом роста в первые годы жизни. Чтобы проверить эту гипотезу, рассмотрим некоторые параметры роста и возраст мерлузы из различных участков ареала (таблица). Из данных таблицы следует, что максимальные размеры и возраст мерлузы у южных границ ареала чаще ниже, чем у северных. Так, у средиземноморских берегов Африки максимальные наблюдаемые размеры (TL) варьируют в пределах 34.0–57.8 см, в зависимости от пола, в то время как в менее прогреваемых водах у Португалии – 60.0–78.0 см, а в значительно более холодных водах у Ирландии – 66.0–76.9 см. Аналогично меняется и

Параметры роста и возраст европейской мерлузы *Merluccius merluccius* из различных участков ареала

Регион	Пол	L_{∞} , см	k , год ⁻¹	t_0 , год	TL_3 , см	$TL_{\max}$, см	$A_{\max}$, годы	Источник информации
Средиземное море:								
– Египет	Самки	69.21	0.133	0.271	26.1	43.0	6	Philips, 2014
	Самцы	58.97	0.158	0.235	25.3	34.0	4	
	Оба пола	74.19	0.119	0.282	23.9	36.4	6	
– Алжир	Самки	80.60	0.139	–0.442	30.1	57.8	9	Bouaziz et al., 1998
	Самцы	41.00	0.160	–0.075	30.2	38.6	5	
– Марокко	Самки	81.57	0.124	0.195	24.0*	–	–	Zoubi et al., 2007
	Самцы	64.10	0.167	0.299	23.3*	–	–	
– Гибралтар	Самки	102.35	0.075	–0.756	25.1*	–	–	То же
	Самцы	78.49	0.106	–0.418	23.9*	–	–	
– Южная Сицилия	Оба пола	81.50	0.150	–0.080	30.2*	–	–	STECF, 2009
Адриатическое море, Италия	Самки	82.60	0.126	–0.310	28.2*	–	–	Colloca, 1999
	Самцы	75.70	0.153	–0.140	28.8*	–	–	
Эгейское море:								
– Турция	Самки	102.31	0.091	–1.310	30.0	51.2	6	Uzer et al., 2019
	Самцы	88.54	0.109	–0.996	29.0	42.6	6	
	Оба пола	102.66	0.099	–0.809	30.0	51.2	6	
– То же	Самки	93.98	0.114	–0.597	32.9	51.3	7	Girgin, Başusta, 2020
	Самцы	77.65	0.153	–0.343	32.3	51.6	7	
	Оба пола	84.44	0.135	–0.469	32.6	51.6	7	
Мраморное море, Турция	Самки	106.36	0.082	–1.097	30.3*	55.3	6	Kahraman et al., 2017b
	Самцы	102.43	0.091	–0.829	30.1*	40.5	6	
	Оба пола	103.97	0.087	–0.926	30.1*	55.3	6	
Восточная Атлантика, Португалия	Самки	88.70	0.127	–1.157	37.0	78.0	11	Piñeiro, Saínza, 2003
	Самцы	70.00	0.184	–0.973	36.4	60.0	9	
	Оба пола	88.00	0.128	–1.174	36.7	78.0	11	
Северо-Восточная Атлантика:								
– юг Ирландии	Оба пола	128.60	0.087	–	25.4	72.9	9	Hickling, 1933
– север Ирландии	Самки	124.00	0.070	–	27.9	76.9	10	Guichet et al., 1973
	Самцы	124.00	0.069	–	20.1	66.0	10	

Примечание. L_{∞} – асимптотическая общая длина (TL), k – константа скорости роста, t_0 – условный возраст, при котором длина рыбы равна 0; TL_3 – длина особей в возрасте 3 года, $TL_{\max}$ – максимальная зарегистрированная длина, $A_{\max}$ – максимальный зарегистрированный возраст, “–” – нет данных; * расчётные значения (по уравнению Берталанфи).

теоретически рассчитанная асимптотическая длина (L_{∞}) — от 41.0–80.6 см на юге до 128.6 см на севере. Максимальный возраст также обнаруживает тенденцию к росту в северном направлении. При этом константа скорости роста (k) и размеры рыб в возрасте 3 года, характеризующие темп роста в начале жизненного цикла, в основном выше в Средиземноморье, чем в Северо-Восточной Атлантике.

Наблюдаемая картина географической изменчивости хорошо согласуется с различиями температурного режима в пределах ареала мерлузы и подтверждается корреляционным анализом. Так, сильная отрицательная корреляция наблюдается между SST и асимптотическими размерами ($r = -0.807$), максимальными наблюдаемыми размерами ($r = -0.873$) и максимальным возрастом ($r = -0.736$). Корреляция между SST и константой скорости роста положительная ($r = 0.551$). Регрессии, аппроксимирующие соотношения между параметрами модели Берта-Ланфи и SST , согласуются с результатами корреляционного анализа и имеют следующий вид для самок: $L_{\infty} = 168.4 - 4.19SST$ ($R^2 = 0.76$), $k = 0.0237 + 0.0047SST$ ($R^2 = 0.52$), $t_0 = -5.81 + 0.278SST$ ($R^2 = 0.64$); для самцов: $L_{\infty} = 181.8 - 5.73SST$ ($R^2 = 0.76$), $k = -0.0149 + 0.0092SST$ ($R^2 = 0.38$), $t_0 = -4.945 + 0.244SST$ ($R^2 = 0.65$); где t_0 — условный возраст, при котором длина рыбы равна 0.

Таким образом, изменчивость параметров жизненного цикла мерлузы соответствует выдвинутой гипотезе: представители южных популяций, как правило, достигают меньшего размера и возраста, чем представители северных. В этой связи можно предположить, что максимальные размеры и возраст мерлузы в Чёрном море могут быть несколько выше, чем в Средиземном, при этом заметно ниже, чем в Северо-Восточной Атлантике. Согласно уравнениям регрессий, параметры уравнений Берта-Ланфи для мерлузы в условиях Чёрного моря могут принимать следующие значения ($\pm 95\%$ -ные доверительные интервалы) для самок: $L_{\infty} = 103.9 \pm 11.0$ см, $k = 0.096 \pm \pm 0.023$, $t_0 = -1.52 \pm 1.07$; для самцов: $L_{\infty} = 93.5 \pm \pm 15$ см, $k = 0.127 \pm 0.068$, $t_0 = -1.187 \pm 0.917$.

Перспективы натурализации мерлузы в Чёрном море. Чёрное море является полузакрытым водоёмом с большим объёмом речного стока, определяющим его низкую солёность, по сравнению со Средиземным. Однако гидрологический режим Чёрного моря претерпевает преобразования

в ходе глобальных климатических изменений. Тренд повышения температуры Чёрного моря составляет 0.06°C в год (Sakalli, Başusta, 2018). Солёность в пределах глубин обитания мерлузы (50–100 м) в 1951–2010 гг. увеличивалась с трендом 0.06‰ за 10 лет (Полонский и др., 2013). Таким образом, изменение гидрометеорологических условий в Чёрном море обеспечивает возможность вселения средиземноморских видов, в том числе мерлузы.

Ялчин и Гурбет (Yalçın, Gurbet, 2016) указывают, что в Эгейском море наибольшую концентрацию мерлузы отмечают глубже 50 м при температуре $14.5\text{--}19.0^{\circ}\text{C}$ и солёности 38.55‰ . Минимальная солёность, при которой регистрируют нерест мерлузы, составляет 22‰ (Мраморное море) (Kahraman et al., 2017b). В условиях высоких широт мерлуза обитает при более низких температурах, избегая при этом распреснённых участков и акватории Балтийского моря (Bacevičius, Kregždys, 2017). По всей видимости, именно солёность является лимитирующим фактором, препятствуя расселению и натурализации мерлузы в Чёрном море. Температура при этом играет роль контролирующего фактора, регулируя скорость обмена и оказывая влияние на параметры жизненного цикла (возраст, рост, созревание и пр.). Можно предположить, что сохранение тренда повышения солёности Чёрного моря будет увеличивать вероятность успешной натурализации мерлузы.

В настоящее время у нас нет достаточного числа убедительных доказательств, свидетельствующих об успешном воспроизводстве мерлузы в Чёрном море. Зарегистрированные нами и другими авторами (Öztürk et al., 2022) половозрелые особи с высокой долей вероятности могли мигрировать из Средиземного моря. Единственным на данный момент свидетельством их размножения в Чёрном море может служить обнаружение у берегов Крыма в ноябре 2017 г. двух личинок TL 2 и 3 мм (рис. 5) (Климова и др., 2018). Личинки были пойманы на траверзе м. Херсонес над глубиной 131 м ($44^{\circ}18'$ с.ш., $34^{\circ}09'$ в.д.) и на траверзе Южного берега Крыма над глубиной 150 м ($44^{\circ}19'$ с.ш. $32^{\circ}06'$ в.д.) при тотальных вертикальных ловах. Видовая принадлежность личинок была установлена по признакам, описанным Д'Анкана (D'Ancona, 1933), однако вопрос о выживаемости молоди мерлузы в условиях Чёрного моря остаётся открытым.



Рис. 5. Личинка европейской мерлузы *Merluccius merluccius* TL 3 мм, зарегистрированная у берегов Крыма в 2017 г. Хорошо выражен типичный для мерлузы “поясок” из звездчатых меланофоров (1) на середине хвостового стебля, ещё одно пигментное пятно (2) расположено на вентральной стороне у основания хвостового плавника.

Препятствием при натурализации мерлузы в Чёрном море, помимо низкой солёности, может стать сероводородное заражение, ограничивающее доступные глубины изобатой 150 м, а также конкуренция со стороны близких по трофическим и экологическим особенностям представителей нативной ихтиофауны, например мерланга *Merlangius merlangus*. Тем не менее участились случаи поимки мерлузы в южной части Чёрного моря (Bilecenoglu et al., 2014; Türker, Bal, 2018; Öztürk et al., 2022), а регистрация взрослой особи и молоди этого вида в северной части могут свидетельствовать о постепенном включении мерлузы в экосистему моря. Учитывая высокую хозяйственную ценность этого вида, следует ожидать повышения рыбопродуктивности Чёрного моря, если её натурализация будет успешной.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность ведущему инженеру отдела флота Центра коллективного пользования “Научно-исследовательское судно “Профессор Водяницкий”” С.И. Перепелице; индивидуальному предпринимателю (ИП) Ю.И. Шагинову и его рыболовческой бригаде за предоставление рыбы для исследований; ИП Д.В. Ткаченко — за помощь в изготовлении препаратов из отоликов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИнБЮМ РАН № 121030100028-0 “Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Васильева Е.Д. 2007. Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. М.: Изд-во ВНИРО, 238 с.
- Климова Т.Н., Аннинский Б.Е., Вдоводов И.В., Подрезова П.С. 2018. Особенности видового состава и пространственного распределения ихтио- и желетелого макропланктона Чёрного моря у Крымского полуострова в ноябре 2017 г. // Евраз. союз ученых. № 4–3 (49). С. 7–11.
- Майорова А., Марти В. 1938. К нахождению *Merluccius merluccius* L. в восточной части Чёрного моря у берегов Грузии // Природа. № 5. С. 99–100.
- Парин Н.В., Евсеев С.А., Васильева Е.Д. 2014. Рыбы морей России: аннотированный каталог. М.: Т-во науч. изд. КМК, 733 с.
- Полонский А.Б., Шокурова И.Г., Белокопытов В.Н. 2013. Десятилетняя изменчивость температуры и солёности в Чёрном море // Мор. гидрофиз. журн. № 6. С. 27–41.
- Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. 1961. М.: Изд-во АН СССР, 244 с.
- Световидов А.Н. 1964. Рыбы Черного моря. М.: Наука, 552 с.
- Abdellaoui S., Masski H., Tai I. et al. 2014. Feeding habits of *Merluccius merluccius* L. and its variability factors in the Moroccan Atlantic Sea // J. Biol. Earth Sci. V. 4. № 1. P. 105–112.
- Bacevičius E., Kregždys Ž. 2017. First record of the European hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758): Actinopterygii: Gadiformes: Merlucciidae) in the coastal zone

- of Lithuania (southeastern Baltic Sea: eastern Gotland basin) // Zool. Ecol. V. 27. № 2. P. 117–123.
https://doi.org/10.1080/21658005.2017.1323588
- Baptista V., Silva P.L., Relvas P. et al. 2018. Sea surface temperature variability along the Portuguese coast since 1950 // Int. J. Climatol. V. 38. № 3. P. 1145–1160.
https://doi.org/10.1002/joc.5231
- Barber B.J., Blake N.J. 2006. Reproductive physiology // Scallops: biology, ecology, and aquaculture. Amsterdam: Elsevier. P. 357–416.
https://doi.org/10.1016/S0167-9309(06)80033-5
- Bilecenoğlu M., Kaya M., Cihangir B., Çiçek E. 2014. An updated checklist of the marine fishes of Turkey // Turk. J. Zool. V. 38. № 6. P. 901–929.
https://doi.org/10.3906/zoo-1405-60
- Bouaziz A., Semroud R., Djabali F., Maurin C. 1998. Estimation de la croissance du merlu *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) de la région centre de la côte algérienne par analyse des fréquences de tailles // Cahiers Options Méditerranéennes. V. 35. P. 35–41 (https://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=98606241. Version 03/2023).
- Bozzano A., Sardà F., Ríos J. 2005. Vertical distribution and feeding patterns of the juvenile European hake, *Merluccius merluccius* in the NW Mediterranean // Fish. Res. V. 73. № 1–2. P. 29–36.
https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.01.006
- Brüger Z., Moritz T. 2016. A scale atlas for common Mediterranean teleost fishes // Vertebr. Zool. V. 66. № 3. P. 275–386.
https://doi.org/10.3897/vz.66.e31566
- Carrozzi V., Di Lorenzo M., Massi D. et al. 2019. Prey preferences and ontogenetic diet shift of European hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) in the central Mediterranean Sea // Reg. Stud. Mar. Sci. V. 25. Article 100440.
https://doi.org/10.1016/j.rsma.2018.100440
- Colloca F. 1999. *Merluccius merluccius* // Biol. Mar. Medit. V. 6. Suppl. 1. P. 259–268.
- D'Ancona U. 1933. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei: Gadidae // Fauna e Flora del Golfo di Napoli. V. 38. P. 182–255.
- D'Iglio C., Famulari S., Albano M. et al. 2022. Time-scale analysis of prey preferences and ontogenetic shift in the diet of European hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) in Southern and Central Tyrrhenian Sea // Fishes. V. 7. № 4. Article 167.
https://doi.org/10.3390/fishes7040167
- Fanelli E., Rumolo P., Barra V. et al. 2018. Mesoscale variability in the trophic ecology of the European hake *Merluccius merluccius* in the Strait of Sicily // Hydrobiologia. V. 821. P. 57–72.
https://doi.org/10.1007/s10750-017-3268-2
- Froese R., Pauly D. (eds.). 2023. FishBase. World Wide Web electronic publication (www.fishbase.org. Version 03/2023).
- Garkuwa N.A. 2018. Analysis of the gut contents of *Merluccius merluccius* (Northern hake) in North Sea // Bima J. Sci. Technol. V. 2. № 2. P. 8–20.
- Girgin H., Başusta N. 2020. Growth characteristics of the European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758), inhabiting northeastern Mediterranean // Acta Adriat. V. 61. № 1. P. 79–87.
https://doi.org/10.32582/aa.61.1.6
- Guichet R., Quero J.C., Labastie J. 1973. Estimation du stock de merlu au nord et à l'ouest de l'Irlande // ICES CM/G:5. 9 p.
- Hake: biology, fisheries and markets. 2012. London: Chapman and Hall, 477 p.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-1300-7
- Hickling C.F. 1933. The natural history of the hake. Pt. 3. Seasonal changes in the condition of hake // UK Fish. Investigations Series II. V. 12. № 1. P. 1–120.
- Hickling R., Roy D.B., Hill J.K. et al. 2006. The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards // Glob. Chang. Biol. V. 12. № 3. P. 450–455.
https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01116.x
- Kahraman A.E., Yıldız T., Uzer U., Karakulak F.S. 2017a. Age composition, growth and mortality of European hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Merlucciidae) from the Sea of Marmara, Turkey // Acta Zool. Bulg. V. 69. № 3. P. 377–384.
- Kahraman A.E., Yıldız T., Uzer U., Karakulak F.S. 2017b. Sexual maturity and reproductive patterns of European hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Merlucciidae) from the Sea of Marmara, Turkey // Ibid. V. 69. № 3. P. 385–392.
- Lee R.M. 1920. A review of the methods of age and growth determinations in fishes by means of scales // Fish. Invest. London. Ser. 2. V. 4. № 2. 32 p.
- Lloris D., Matallanas J., Oliver P. 2005. Hakes of the world (Family Merlucciidae). An annotated and illustrated catalogue of hake species known to date // FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. № 2. Rome: FAO, 57 p.
- Mancuso M., Savoca S., Bottari T. 2019. First record of microplastics ingestion by European hake *Merluccius merluccius* from the Tyrrhenian Sicilian coast (Central Mediterranean Sea) // J. Fish Biol. V. 94. № 3. P. 517–519.
https://doi.org/10.1111/jfb.13920
- Manual of fisheries science. 1974. Pt. 2: Methods of resource investigation and their application. Rome: FAO, 214 p.
- McKenzie D.J., Geffroy B., Farrell A.P. 2021. Effects of global warming on fishes and fisheries // J. Fish Biol. V. 98. № 6. P. 1489–1492.
https://doi.org/10.1111/jfb.14762

- Morales-Nin B., Torres G. J., Lombarte A., Recasens L. 1998. Otolith growth and age estimation in the European hake // *Ibid.* V. 53. № 6. P. 1155–1168.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb00239.x>
- Olbert A.I., Dabrowski T., Nash S., Hartnett M. 2012. Regional modelling of the 21st century climate changes in the Irish Sea // *Cont. Shelf Res.* V. 41. P. 48–60.
<https://doi.org/10.1016/j.csr.2012.04.003>
- Öztürk R.Ç., Karadurmuş U., Aydın M. 2022. Range extension of European hake from the Eastern Black Sea coasts of Turkey // *JAFAG.* V. 39. № 1. P. 19–24.
<https://doi.org/10.55507/gopzfd.1115134>
- Pauly D. 1981. The relationships between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of von Bertalanffy's theory of growth // *Meeresforschung.* V. 28. № 4. P. 251–282.
- Pauly D. 1998. Tropical fishes: Patterns and propensities // *J. Fish Biol.* V. 53. № sA. P. 1–17.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb01014.x>
- Payne A.I.L., Rose B., Leslie R.W. 1987. Feeding of hake and a first attempt at determining their trophic role in the South African west coast marine environment // *S. Afr. J. Mar. Sci.* V. 5. № 1. P. 471–501.
<https://doi.org/10.2989/025776187784522667>
- Philips A.E. 2012. Feeding behavior of the European hake *Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758 (Family: Gadidae) from Egyptian Mediterranean waters off Alexandria // *Egypt. J. Aquat. Res.* V. 38. № 1. P. 39–44.
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.09.002>
- Philips A.E. 2014. Age composition of the European hake *Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758 from the Egyptian Mediterranean waters off Alexandria // *Ibid.* V. 40. № 2. P. 163–169.
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2014.06.002>
- Piñeiro C., Saínza M. 2003. Age estimation, growth and maturity of the European hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters // *ICES J. Mar. Sci.* V. 60. № 5. P. 1086–1102.
[https://doi.org/10.1016/S1054-3139\(03\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S1054-3139(03)00086-9)
- Sakalli A., Başusta N. 2018. Sea surface temperature change in the Black Sea under climate change: A simulation of the sea surface temperature up to 2100 // *Int. J. Climatol.* V. 38. № 13. P. 4687–4698.
<https://doi.org/10.1002/joc.5688>
- STECF (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries). 2009. Report of the SGMED-09-03, Working Group on the Mediterranean. Pt. II. Luxembourg: OOEPEC, 850 p.
- Shaltout M., Omstedt A. 2014. Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea // *Oceanologia.* V. 56. № 3. P. 411–443.
<https://doi.org/10.5697/oc.56-3.411>
- Türker D., Bal H. 2018. Length-weight relationships of 13 fish species from the western Black Sea (Zonguldak-Amasra), Turkey // *J. Black Sea/Mediterr. Environ.* V. 24. № 2. P. 115–127.
- Uzer U., Öztürk B., Yıldız T. 2019. Age composition, growth, and mortality of European hake *Merluccius merluccius* (Actinopterygii: Gadiformes: Merlucciidae) from the northern Aegean Sea, Turkey // *Acta Ichthyol. Piscat.* V. 49. № 2. P. 109–117.
<https://doi.org/10.3750/AIEP/02465>
- Verberk W.C., Atkinson D., Hoefnagel K.N. et al. 2021. Shrinking body sizes in response to warming: explanations for the temperature–size rule with special emphasis on the role of oxygen // *Biol. Rev.* V. 96. № 1. P. 247–268.
<https://doi.org/10.1111/brv.12653>
- Yalçın E., Gurbet R. 2016. Environmental influences on the spatio-temporal distribution of European Hake (*Merluccius merluccius*) in Izmir Bay, Aegean Sea // *Turk. J. Fish. Aquat. Scie.* V. 16. № 1. P. 1–14.
https://doi.org/10.4194/1303-2712-v16_1_01
- Yankova M., Pavlov D., Ivanova P. et al. 2013. Annotated check list of the non-native fish species (Pisces) of the Black Sea // *J. Black Sea/Mediterr. Environ.* V. 19. № 2. P. 247–255.
- Zoubi A., Hamouda M., Lamrini A. 2007. Age and growth of hake in the Western Mediterranean and the Strait of Gibraltar // *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.* V. 38. P. 647.