

УДК 639.3.034

DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_20

Булли Л.И., Мазалова Н.Ф.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРЕЛОЙ ИКРЫ КЕФАЛЕЙ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ И ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ

Аннотация. На современном этапе развития марикультуры рыб в Азово-Черноморском регионе, все еще актуальным остается получение массового количества качественного и жизнеспособного посадочного материала. В связи с этим исследовано влияние физиолого-биохимических показателей зрелой овулировавшей икры на морфо-физиологические особенности предличинок и жизнеспособность личинок кефалей (пиленгаса, лобана и сингиля) при выращивании в искусственных условиях до завершающих стадий метаморфоза и жизнестойких стадий. Показано, что выживаемость молоди при выращивании в контролируемых условиях зависит от запаса и сбалансированности состава сухого обезжиренного вещества и липидов в зрелых овулировавших ооцитах, полученных от рыб с более крупными желтковыми ооцитами, достигшими дефинитивного размера. Выявлены тесные корреляционные зависимости между показателями зрелого яйца: содержанием сухого обезжиренного вещества, липидов, сухой массы зрелого яйца и площадью желточного мешка односуточных предличинок кефалей. Предлагается площадь желточного мешка односуточной предличинки использовать в качестве экспресс-критерия при отборе для выращивания жизнеспособной молоди кефалей. У качественного потомства лобана и пиленгаса этот показатель составляет не менее 0,24 мм², сингиля – не менее 0,28 мм².

Ключевые слова: кефали, предличинки, личинки, жизнеспособность, площадь желточного мешка, сухая масса зрелого ооцита.

Bulli L.I., Mazalova N.F.

INFLUENCE OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF MATURE MULLET EGGS ON EMBRYONIC AND LARVAL DEVELOPMENT

Abstract. At the present stage of development of fish mariculture in the Azov-Black Sea region, it is still relevant to obtain a massive amount of high-quality and viable planting material. In this regard, the influence of the physiological and biochemical parameters of mature ovulated eggs on the morpho-physiological characteristics of the prelarvae and the viability of the larvae of mullets (pilengas, mullet and singil) when grown under artificial conditions to the final stages of metamorphosis and viable stages was studied. It was shown that the survival rate of juveniles when reared under controlled conditions depends on the stock and balance of the composition of dry fat-free matter and lipids in mature ovulated oocytes obtained from fish with larger yolk oocytes that have reached the definitive size. Close correlations were revealed between the indicators of a mature egg: the content of dry fat-free matter, lipids, dry weight of a mature egg and the area of the yolk sac of one-day mullet prelarvae. It is proposed to use the area of the yolk sac of a one-day prelarva as an express criterion for selection for growing viable juvenile mullets. In high-quality offspring of striped mullet and pilengas, this indicator is not less than 0.24 mm², singhil - not less than 0.28 mm².

Keywords: mullet, prelarvae, larvae, viability, yolk sac area, dry weight of a mature oocyte.

Введение. В связи с необходимостью совершенствования биотехники получения массового количества качественной и жизнеспособной молоди морских рыб для дальнейшего развития марикультуры в Азово-Черноморском регионе, на современном этапе развития морского рыбоводства актуальным является проведения углубленных физиолого-биохимических исследований их раннего онтогенеза. Особый интерес представляют исследования причин значительной разнокачественности потомства кефалей, получаемой от рыб близкого исходного физиологического состояния и созревающих в сходных условиях по факторам среды и гормональной обработке. В связи с этим важным является определение критериев качества потомства на начальных этапах развития.

Целью работы являлось исследование выживаемости кефалей в эмбриональный и личиночный периоды в зависимости от физиолого-биохимических показателей зрелых овулировавших яиц.

Материалы и методы исследования. В работе обобщены многолетние материалы по рыбоводно-биологическим показателям икры и личинок трех видов кефалей: пиленгаса, сингиля и лобана, полученных в условиях искусственного воспроизводства. Производителей кефалей с ооцитами IV стадии зрелости отбирали из уловов в Керченском проливе в период их нерестовых миграций. Зрелую икру получали, используя методы гормонального стимулирования созревания кефалей [1].

Качество икры оценивали по комплексу показателей. Использовали визуальную оценку овулировавшей неоплодотворенной икры (окраску, тургор, количество овариальной жидкости, прозрачность). Готовность икры к оплодотворению оценивали по активации икринок в морской воде. Содержание в них сухой массы определяли высушиванием навески около 0,5 г при температуре 65 °С до постоянной массы, затем вычисляли ее, используя данные по количеству икринок в навеске, взятой на определение сырой массы икринки. Взвешивание проводили на аналитических весах.

В пробе овулировавшей икры определяли содержание обезжиренного сухого вещества (ОСВ) и липидов, и вычисляли их количество (мкг) в 1 икринке. Для этого икру экстрагировали хлороформ-метанолом (2:1), а затем анализировали как описано В.И. Лапиным и Е.Г. Черновой [2]. Каждую пробу анализировали в трех повторностях. Количество белка в икре кефалей определяли по содержанию обезжиренного сухого вещества (СОВ), так как известно, что между содержанием обезжиренного сухого вещества и количеством сырого протеина в теле рыб существует тесная прямолинейная связь [3].

Оплодотворенную икру каждой самки инкубировали отдельно в бассейнах, подключенных к замкнутой рециркуляционной системе, а затем там же выращивали личинок.

Определяли длину предличинок и личинок, малый и большой диаметры их желточного мешка. Промеры осуществляли прижизненно. Предличинок помещали на предметное стекло в каплю морской воды и измеряли под биноклем при увеличении 4x8. Подросших личинок помещали в чашку Петри с морской водой, убирая пипеткой лишнюю воду «укладывали» их на бок и измеряли при увеличении 2x8 или 1x8 (n = 10-15 экз.), в зависимости от их возраста (размера). Площадь желточного мешка рассчитывали как площадь эллипса.

Данные обрабатывали с использованием стандартных методов вариационной статистики, а также компьютерной обработки (электронные таблицы Excel).

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования показали, что выживаемость эмбрионов пиленгаса при инкубации в рециркуляционных системах в большинстве случаев составляла 70-100%. Вероятно, в контролируемых и регулируемых условиях рециркуляционных систем большая часть зародышей развивается нормально. Снижение выживаемости эмбрионов отмечалось лишь при инкубации икры с низким процентом оплодотворения,

когда из-за присутствия большого количества мертвых и неоплодотворившихся ооцитов ухудшались условия инкубации, развивались сапролегниевые грибы и различные бактерии.

Выявлено также, что зависимость между показателями выживаемости пиленгаса в эмбриональный период и содержанием в зрелом яйце сухого обезжиренного вещества и липидов характеризуется очень низкими коэффициентами корреляции 0,34 и 0,18, соответственно (табл. 1). В то же время, количество трофических и энергетических компонентов яйца оказывает более заметное положительное влияние на жизнеспособность личинок. Более тесная корреляционная связь между этими показателями прослеживается в течение развития личинок до начала этапа «серебрения» в возрасте 10-15 суток, что свидетельствует о значительной роли белков и липидов в их обменных процессах.

Таблица 1 – Зависимость жизнеспособности пиленгаса в период эмбрионального и личиночного развития до 15-суточного возраста от содержания в зрелой икре сухого обезжиренного вещества и липидов

Показатели		n	Коэффициенты уравнения линейной регрессии		Коэффициент корреляции
			a	b	
Выживаемость эмбрионов, %	Сухое обезжиренное вещество, мкг	20	43,33	1,32	0,34
	Липиды, мкг	20	124,46	-1,25	0,18
Выживаемость личинок, %	Сухое обезжиренное вещество, мкг	18	-164,11	7,21	0,63
	Липиды, мкг	18	-186,45	6,40	0,86

В связи с полученными данными были более подробно проанализированы взаимосвязи некоторых физиолого-биологических показателей зрелой икры самок пиленгаса с морфологическими показателями и жизнеспособностью их потомства в период личиночного развития.

Как видно из данных таблицы 2, важную роль для жизнеспособности личинок играет сбалансированное содержание сухого обезжиренного вещества (СОВ) и липидов.

Таблица 2 – Зависимость некоторых рыбоводно-биологических показателей личинок пиленгаса от содержания липидов и сухого обезжиренного вещества в зрелом яйце

№№ самок	Содержание в зрелом яйце, мкг		Личинки в возрасте 1 сут		Выживаемость личинок в возрасте 15 сут, %
	Сухого обезжиренного вещества	Липидов	Длина, мм	Площадь желточного мешка, мм ²	
1	24,94±2,22	38,12±4,02	-	-	ед.
2	25,29±1,23	27,41±3,84	2,91±0,01	0,163±0,002	ед.
3	26,08±1,22	34,30±2,05	3,10±0,01	0,228±0,001	66
4	27,05±2,21	34,47±2,23	3,02±0,01	0,248±0,001	88
5	27,22±2,01	30,25±3,89	2,97±0,01	0,254±0,002	10
6	27,63±0,64	32,73±1,08	3,2±0,01	0,258±0,001	82
7	27,75±0,93	36,15±0,93	3,28±0,01	0,260±0,001	85
8	28,11±1,68	30,85±3,92	-	-	42
9	29,68±1,04	37,98±2,03	3,25±0,01	0,265±0,001	50*
10	30,52±1,27	40,33±1,56	-	-	85
11	32,89±0,76	40,33±2,04	3,11±0,01	0,286±0,001	80
12	37,33±0,63	42,67±0,85	3,16±0,01	0,288±0,001	85

Примечание: *более низкая выживаемость из-за предельно высокой плотности посаженных на выращивание личинок

Так, в зрелых ооцитах самки № 1, количество обезжиренного сухого вещества (24,94 мкг) было меньше, чем у других рыб, но содержание липидов (38,12 мкг) было выше, соотношение жир/белок составило 1,5. Выживаемость

полученных личинок оказалась очень низкой. Такая икра, встречающаяся иногда у пиленгаса из естественных популяций, имеет оранжевую окраску и, как правило, характеризуется низким качеством.

В икре самок № 5 и № 8, несмотря на более высокое содержание сухого обезжиренного вещества в зрелом яйце, выживаемость личинок также снижалась и к 15-суточному возрасту составила 10 и 42 %. Вероятно, это можно объяснить более низким количеством липидов в икре этих рыб, составившим менее 31 мкг (менее 53 % сухой массы ооцита). Соотношение жир/белок составило 1,1.

Как видно (табл. 2), хорошая выживаемость отмечалась у личинок, полученных от икры, содержащей не менее 26 мкг сухого обезжиренного вещества и не менее 32 мкг липидов (соответственно, 43-46 % СОВ и 53-56 % липидов сухой массы икринки). При повышении содержания этих веществ в икринке отмечается тенденция увеличения длины личинок и размера их желточного мешка.

В то же время, даже при оптимальной плотности посадки в период выращивания ранней молоди, выживаемость ее снижается при недостаточном содержании одного из трофических компонентов, белков или липидов.

Следует отметить, что у многих видов рыб содержание белков в процентном отношении к сухому весу икринки превышает содержание жира. Так, по данным Е. Камлер (Kamler, 1992; 2002, цит. по [4]), содержание белков в процентном отношении к сухому весу икринки у лососёвой рыбы (кеты) составляет в среднем 68,4 % (64,3-72,5 %), жировые включения в икре кеты в среднем составляют 25,8 %, у сиговой рыбы (ряпушки) белки составляют только 51,2 % (49,0–53,4), жировые включения – 22,6 % (16,8 до 28,4 %).

Даже в пелагических яйцах океанических рыб – морской щуки и макруруса, с высокой жирностью икры, содержание липидов составляет 26,6 и 34,9 % сухой массы икринки [5]. В отличие от этих видов, характерной особенностью биохимического состава икры кефалей является наличие более

высокого количества липидов, чем белков. У кефалей Азово-Черноморского бассейна соотношение жир/белок в икре, как правило, больше единицы. У пиленгаса азовской популяции содержание липидов в зрелой икре составляет 52,6-59,6 % сухой массы.

Между выживаемостью личинок в течение первых 10-15 суток после вылупления (стадия «серебрения») и площадью их желточного мешка в возрасте 1 суток (что, вероятно, пропорционально запасу питательных веществ в зрелых ооцитах) выявлена тесная корреляционная связь, коэффициент корреляции равен 0,97 (рис. 1). Зависимость хорошо описывается уравнением логарифмической функции:

$$Q = 46,0 \cdot \ln(S) + 0,749 \quad (r = 0,97; n = 10), \quad (1)$$

где Q – выживаемость личинок, %; S – площадь их желточного мешка в возрасте 1 суток.

Этот показатель целесообразно использовать как критерия качества потомства при отборе личинок для дальнейшего выращивания.

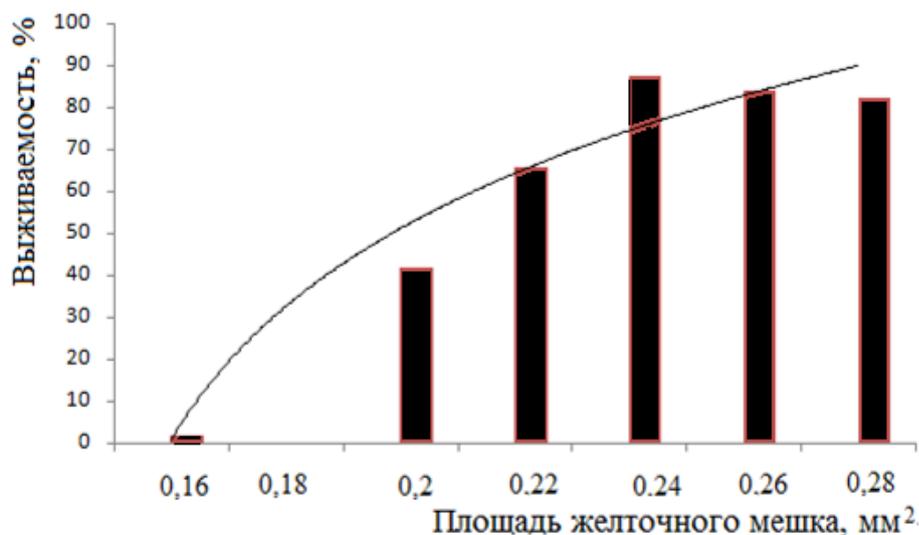


Рисунок 1 – Зависимость выживаемости личинок пиленгаса на стадии «серебрения» в возрасте 15 суток от площади желточного мешка односуточной личинки

По нашему мнению, величина желточного мешка предличинок в возрасте 1 суток дает более точное представление о запасе трофических и энергетических веществ, чем во время вылупления предличинок, когда их морфологические показатели могут значительно варьировать. Длительность периода вылупления в потомстве разных самок различается и может происходить в течение от 2-3 до 6 часов и более. У только что вылупившейся предличинки голова тесно прижата к желточному мешку и в течение нескольких часов она постепенно выпрямляется. В этот период длина предличинок, как и размер желточного мешка, значительно варьируют, что при вычислении средних величин может давать большую ошибку. Поэтому при анализе материала мы учитывали показатели, определенные у предличинок в возрасте 1 суток, после выпрямления головы.

Как следует из представленных данных (см. табл. 2), наиболее жизнеспособной является молодь пиленгаса, полученная от икры, сухая масса которой выше 60 мкг (не менее 26 мкг сухого обезжиренного вещества и 34 мкг липидов), а площадь желточного мешка предличинок в возрасте 1 суток – не ниже 0,240 мм².

Между показателями зрелого яйца, таких как: количество сухого обезжиренного вещества (V), количество липидов (L), сухой массы зрелого яйца (P) и площадью желточного мешка односуточной предличинки выявлены корреляционные зависимости, которые описываются уравнениями:

$$S = 0,046 + 0,007 \cdot V \quad (r = 0,72; n = 11), \quad (2)$$

где S – площадь желточного мешка;

V – количество сухого обезжиренного вещества в зрелом яйце.

$$S = 0,024 + 0,006 \cdot L \quad (r = 0,82; n = 11), \quad (3)$$

где L – содержание общих липидов в зрелом яйце.

$$S = 0,019 + 0,004 \cdot P \quad (r = 0,80; n = 11), \quad (4)$$

где S – площадь желточного мешка;

P – сухая масса зрелого яйца.

При оценивании показателей зрелых яиц и односуточных личинок черноморских аборигенных кефалей, потомство которых характеризовалось высокой выживаемостью на этапе получения жизнестойкой молоди, также установлены оптимальные значения их физиолого-биохимических показателей. Наиболее жизнестойкая молодь лобана была получена от икры, содержащей не менее 20 мкг липидов и 14 мкг сухого обезжиренного вещества, а сингиля – не менее 23 мкг и 15 мкг. Соответственно, сухая масса зрелого яйца в этих партиях составляла: у лобана 34-40 мкг, у сингиля - 38-49 мкг. Площадь желточного мешка односуточных личинок в таких партиях составляла не менее 0,24 мм² у лобана и не менее 0,28 мм² у сингиля (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели икры лобана и сингиля и полученных от нее предличинок, характеризующихся высокой выживаемостью

Вид рыбы	n	Диаметр зрелого яйца, мкм	Масса яйца, мкг		Развитие, %		Предличинки в возрасте 1 сут	
			сырая	сухая	Дробление	Вылупление	Площадь желточного мешка, мм ²	Длина, мм
Лобан	3	695,5 ± 9,8	209,7 ± 6,0	34,6 ± 0,4	74	62	0,245 ±0,005	2,14 ±0,01
Сингиль	3	839,3 ± 5,73	295,3 ± 8,2	42,4 ± 1,6	86	81	0,284 ±0,004	2,5-2,8
	5	795,1 ± 4,7	279,3 ± 9,8	37,8 ± 2,3	83	74	0,282 ±0,008	2,5-2,6
	2	752,6 ± 4,5	260,7 ± 8,5	39,3 ± 0,5	51	50	0,278 ±0,012	2,4-2,6

Снижение оплодотворяемости икры и выживаемости эмбрионов и личинок при низком содержании питательных веществ в икре известно также и для других видов рыб [6, 7, 8 и др.]. Как подчеркивают многие авторы, в

большей степени биохимический состав половых клеток влияет на жизнедеятельность эмбрионов и личинок.

Выводы. Таким образом, для работ по искусственному воспроизводству отдельных видов кефалей необходимо отбирать производителей с более крупными исходными желтковыми ооцитами, достигшими дефинитивных размеров, составляющих не менее 500 мкм для лобана и сингиля и 600 мкм – для пиленгаса [9]. В качестве дополнительного (контрольного) экспресс-критерия при отборе для дальнейшего выращивания наиболее качественных личинок до жизнестойкой стадии следует использовать показатель площади желточного мешка односуточных предличинок, составляющий не менее 0,24 мм² для потомства лобана и пиленгаса, и не менее 0,28 мм² для сингиля.

Обращает на себя внимание, что культивирование кефалей в существующих в настоящее время условиях, при отсутствии специализированных питомников и использовании технических средств, внедренных в морское рыбоводство еще в 1980-1990-х годах, не всегда позволяет получать полноценный посадочный материал, отвечающий современным требованиям. Существует острая необходимость в создании современных рыбоводных питомников с термостатированными цехами, оборудованными качественными средствами контроля и регулирования параметров среды.

Как показывает мировой опыт [10, 11], создание таких питомников позволяет вывести аквакультуру морских рыб на достойный уровень.

Экспериментально показано, что для завершения вителлогенеза, перехода яйцеклеток к созреванию и для осуществления нормального нереста у кефалей необходимы более низкие температуры по сравнению с теми, при которых идет активный трофоплазматический рост. Поэтому маточные стада морских рыб в питомниках рекомендовано содержать в контролируемых условиях [10]. Это способствует нормальному завершению вителлогенеза в яйцеклетках, достижению высокого уровня чувствительности к гормональным препаратам и качества половых продуктов.

Список использованной литературы:

1. Куликова Н.И., Шекк П.В. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. Керчь: Издательский центр ЮгНИРО, 1996. 27 с.
2. Лапин В.И., Чернова Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // Вопросы ихтиологии. 1970. Т. 10. Вып. 4. С. 753-756.
3. Шульман Г.Е., Коккоз Л.М. Содержание обезжиренного сухого вещества в теле некоторых черноморских рыб // Вопросы ихтиологии. 1971. Т. 11. Вып. 2 (67). С. 339-344.
4. Черняев Ж.А. Воспроизводство сиговых рыб. Эколого-физиологические особенности размножения и развития. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. 329 с.
5. Craik J.C.F., Harvey S.M. The causes of buoyancy in eggs of marine teleosts // J. mar. boil. Assjс. U.K. 1987. Vol. 67. No. 1. P. 169-182.
6. Федорова Л.С. Некоторые биохимические показатели степени зрелости икры азовской белуги, инъецированной гормонами гипофиза // Труды ЦНИОРХ. 1972. Т. 4. С. 200-208.
7. Craik J.C.A., Harvey S.M. Biochemical changes occurring during final maturation of eggs of some and freshwater teleosts // J. Fish. Biol. 1984. Vol. 26. P. 599-510.
8. Заленухин В.В. Некоторые биохимические изменения при перезревании и резорбции икры пестрого толстолобика [*Aristichthys nobilis* (Rich)] в условиях заводского воспроизводства // Научн. докл. высш. шк. Биол. н. 1985. № 2. С. 33-37.
9. Булли Л.И. О биологическом качестве икры кефалей Азово-Черноморского бассейна // Вестник КГМТУ, 2020. Вып. 1. С. 8-21.
10. Kuo C.-M., Nash C.E., Shehadeh Z.H. The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (*Mugil cephalus* L.) // Aquaculture. 1974. Vol. 3. No. 1. P. 25-43.
11. Koven W., Rosenfeld H., Fauvel Ch., Nixon O., Meiri-Ashkenazi I., Bitan A., Robles R., Kotzamanis Y., Shafran G., Papaioannou N. First summary of studies carried out on the grey mullet (*Mugil cephalus*) in the EU project: diversify // Aquaculture Europe 2015 – Aquaculture, Nature and Society. Rotterdam, The Netherlands, October 20-23, 2015. P. 444-445. URL: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00307/41776/> (дата обращения: 01.06.2021).

References:

1. Kulikova N.I., Shekk P.V. *Biotehnika iskusstvennogo vosproizvodstva kefalej (lobana, singilya, pilengasa) s opisaniem skhemy tipovogo rybopitomnika* [Biotechnics of artificial reproduction of mullets (loban, singil, pilengas) with a description of the scheme of a typical fish hatchery]. Kerch': YugNIRO Publ., 1996, 27 p. (In Russian).
2. Lapin V.I., Chernova E.G. O metodike ekstrakcii zhira iz syryh tkanej ryb [About the method of extracting fat from raw fish tissues]. *Voprosy ihtiologii* [Questions of ichthyology], 1970, vol. 10, part 4, pp. 753-756. (In Russian).
3. Shul'man G.E., Kokoz L.M. Soderzhanie obezzhirennogo suhogo veshchestva v tele nekotoryh chernomorskih ryb [The content of fat-free dry matter in the body of some Black Sea fish]. *Voprosy ihtiologii* [Questions of ichthyology], 1971, vol. 11, part 2 (67), pp. 339-344. (In Russian).
4. Chernyaev Zh.A. *Vosproizvodstvo sigovyh ryb. Ekologo-fiziologicheskie osobennosti razmnozheniya i razvitiya* [Reproduction of whitefish. Ecological and physiological features of reproduction and development]. Moscow, KMK Publ., 2017, 329 p. (In Russian).
5. Craik J.C.F., Harvey S.M. The causes of buoyancy in eggs of marine teleosts. *J. mar. boil. Assjс. U.K.*, 1987, vol. 67, no. 1, pp. 169-182. (In English).
6. Fedorova L.S. Nekotorye biohimicheskie pokazateli stepeni zrelosti ikry azovskoj belugi, in"ecirovannoj gormonami gipofiza [Some biochemical indicators of the degree of maturity of the Azov beluga caviar injected with pituitary hormones]. *Trudy TSNIORKH* [Works of

- TSNIORKH], 1972, vol. 4, pp. 200-208. (In Russian).
7. Craik J.C.A., Harvey S.M. Biochemical changes occurring during final maturation of eggs of some and freshwater teleosts. *J. Fish. Biol.*, 1984, vol. 26, pp. 599-510. (In English).
 8. Zalepuhin V.V. Nekotorye biohimicheskie izmeneniya pri perezrevanii i rezorbicii ikry pestrogo tolstolobika [*Aristichthys nobilis* (Rich)] v usloviyah zavodskogo vosproizvodstva [Some biochemical changes during over-maturation and resorption of the eggs of the variegated silver carp [*Aristichthys nobilis* (Rich)] in the conditions of factory reproduction]. *Nauchnye doklady vysshej shkoly. Biologicheskie nauki* [Scientific reports of the higher school. Biological Sciences], 1985, no. 2, pp. 33-37. (In Russian).
 9. Bulli L.I. O biologicheskom kachestve ikry kefalej Azovo-Chernomorskogo bassejna [On the biological quality of mullet caviar in the Azov-Black Sea basin]. *Vestnik KGMTU* [KSMTU Bulletin], 2020, issue 1, pp. 8-21. (In Russian).
 10. Kuo C.-M. Nash C.E., Shehadeh Z.H. The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *Aquaculture*, 1974, vol. 3, no 1, pp. 25-43. (In English).
 11. Koven W., Rosenfeld H., Fauvel Ch., Nixon O., Meiri-Ashkenazi I., Bitan A., Robles R., Kotzamanis Y., Shafran G., Papaioannou N. First summary of studies carried out on the grey mullet (*Mugil cephalus*) in the EU project: diversify. *Aquaculture Europe 2015 – Aquaculture, Nature and Society*. Rotterdam, The Netherlands, October 20-23, 2015, pp. 444-445. (In English). Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00307/41776/> (accessed 01.06.2021).

Сведения об авторах / Information about authors

Булли	канд. биол. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры
Любовь Ивановна	Керченский государственный морской технологический университет 298330, Республика Крым, г. Керчь, ул. Буденного 26, кв. 81 l_bulli@mail.ru
Bulli Lyubov' Ivanovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of aquatic bioresources and mariculture Kerch State Maritime Technological University 298330, Republic of Crimea, Kerch, Budennogo str., 26, app. 81 l_bulli@mail.ru
Мазалова	канд. наук гос. упр., старший преподаватель кафедры технологии
Наталья	продуктов питания
Федоровна	Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 mazalovanf@gmail.com
Mazalova Natalya Fedorovna	Ph.D. (Engin.), Senior Lecturer of the Department of Food Technology Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 mazalovanf@gmail.com