

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЫБНОЙ
ОТРАСЛИ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Материалы IV Национальной
научно-технической конференции**

(Владивосток, 18 декабря 2020 года)

Электронное издание

**Владивосток
Дальрыбвтуз
2021**

УДК 639.2+338.439
ББК 65.35+65.5
И66

Организационный комитет конференции:

Председатель – Щека Олег Леонидович, доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Зам. председателя – Шестак Ольга Игоревна, канд. ист. наук, доцент, начальник научного управления ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Секретарь – Образцова Елизавета Юрьевна, главный специалист научного управления.

Адрес оргкомитета конференции:

690087, г. Владивосток
ул. Луговая, 526
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
Тел./факс: 8 (423) 2-44-11-76
[http:// www.conf.dalrybvtuz.ru](http://www.conf.dalrybvtuz.ru)
e-mail: dalrybvtuz-conf@mail.ru

И66 Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации : материалы IV Нац. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (34,2 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2021. – 480 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-88871-748-6

Приведенные материалы охватывают широкий спектр инновационного развития рыбной отрасли, рациональной эксплуатации ресурсов Мирового океана, производства продуктов из водных биологических ресурсов, совершенствования техники, технологии продуктов питания и управления качеством, а также эксплуатацию водного транспорта и безопасность мореплавания, гуманитарные и социально-экономические аспекты развития рыбной отрасли.

Представлены результаты научных исследований ученых Дальрыбвтуза и других вузов России.

УДК 639.2+338.439
ББК 65.35+65.5

ISBN 978-5-88871-748-6

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2021

Николай Николаевич Ковалев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доктор биологических наук, ORCHID ID: 0000-0001-7100-7208, Author ID Scopus: 7005804649, Author ID РИНЦ: 96894, Россия, Владивосток, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru

Светлана Евгеньевна Лескова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат биологических наук, ORCHID ID: 0000-0001-7058-3449, Author ID РИНЦ: 960459, Россия, Владивосток, e-mail: svetaleskova@mail.ru

Евгений Валерьевич Михеев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, ORCHID ID: 0000-0002-9138-3865, Author ID Scopus: 6602626984, Author ID РИНЦ: 964637, Россия, Владивосток, e-mail: zhenyasuper79@mail.ru

Роман Владимирович Есипенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, ORCHID ID: 0000-0002-8263-6939, Author ID Scopus: 57216585877, Author ID РИНЦ: 860260, Россия, Владивосток, e-mail: azt@bk.ru

Юлия Михайловна Позднякова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, ORCHID ID: 0000-0002-9078-0850, Author ID Scopus: 6602228783, Author ID РИНЦ: 411202, Россия, Владивосток, e-mail: pozdnyakova.julia@yandex.ru

**Заводское выращивание молоди трепанга различных весовых групп
на экспериментальных кормах с использованием БАВ**

Аннотация. Проведена оценка влияния экспериментальных рецептур кормов на массу и некоторые биохимические показатели мальков дальневосточного трепанга различных весовых групп, культивируемых в заводских условиях. В качестве биологически активных добавок использовали холестерин, ДНК из молок лососевых и гаммарус. Показано положительное влияние белковой составляющей корма на рост массы и биохимические показатели мальков трепанга. Обсуждается влияние БАВ в структуре кормов на динамику массы и биохимические показатели мальков трепанга в зависимости от температуры культивирования.

Ключевые слова: дальневосточный трепанг, корма для молоди трепанга, ДНК, холестерин, гаммарус, динамика массы.

Nikolay N. Kovalev

Far Eastern State Technical Fisheries University, doctor of biological sciences, ORCHID ID: 0000-0001-7100-7208, Author ID Scopus: 7005804649, Author ID RSCI: 964637, Russia, Vladivostok, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru

Svetlana E. Leskova

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in biological sciences, ORCHID ID: 0000-0001-7058-3449, Author ID RSCI: 960459, Russia, Vladivostok, e-mail: svetaleskova@mail.ru

Evgeny V. Mikheev

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering sciences, ORCHID ID: 0000-0002-9138-3865, Author ID Scopus: 6602626984, Author ID RSCI: 964637, Russia, Vladivostok, e-mail: zhenyasuper79@mail.ru

Roman V. Esipenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering sciences, ORCHID ID: 0000-0002-8263-6939, Author ID Scopus 57216585877, Author ID RSCI: 860260, Russia, Vladivostok, e-mail: azt@bk.ru

Yuliya M. Pozdnyakova

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering sciences, ORCHID ID: 0000-0002-9078-0850, Author ID Scopus: 6602228783, Author ID RSCI: 411202, Russia, Vladivostok, e-mail: pozdnyakova.julia@yandex.ru

**Factory rearing of sea cucumber juveniles of various weight groups
on experimental feed using BAS**

Abstract. The influence of experimental feed formulations on the weight and some biochemical parameters of various weight groups Far Eastern sea cucumber cultivated in factory conditions was evaluated. Cholesterol, DNA from salmon milk, and gammarus were used as dietary supplements. The positive effect of the feed protein component on the weight growth and biochemical parameters of sea cucumber fry was shown. The influence of BAS in the feed structure on the mass dynamics and biochemical parameters of sea cucumber fry depending on the cultivation temperature is discussed.

Keywords: Far Eastern sea cucumber, feed for young sea cucumber, DNA, cholesterol, gammarus, mass dynamics.

Введение

Температура воды является ключевым фактором окружающей среды, влияющим на состояние дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus*.

По мере того как трепанг становится неактивным, пищевая активность и поглощение количества корма уменьшаются, а кишечник дегенерирует до менее 1 мм в диаметре [1] во время эстивации. Исследование Liu с соавторами [2] показали, что время опорожнения кишечника *A. japonicus* составляет около 25 ч при температуре воды 21 °C, и это время имело тенденцию уменьшаться по мере того, как температура воды увеличивалась.

Стресс, вызванный факторами окружающей среды, может изменить экспрессию генов протеинов, а также мелких метаболитов в организмах. Длительный стресс окружающей среды обычно заставляет организмы вырабатывать сложные адаптивные стратегии, и метаболизм организма соответственно приспособливается [3].

Исследование Liu с соавторами [4] показало, что небольшая доля трепангов в естественных условиях задерживала вхождение в эстивацию и оставалась активной и проглатывающими корм. Это наблюдение согласуется с исследованием Gao [5], который сообщил, что около 20 % особей в популяции продолжают питаться в период пика положи-

тельных температур в августе и сентябре. Следовательно, существует разница в выносливости к высокой температуре у отдельных особей *A. japonicus*.

Китайскими исследователями было показано, что высокотемпературный стресс при температуре 29,8 °C индуцирует синтез различных метаболитов, количественное содержание которых различается между термотолерантным штаммом и общей популяцией [4].

Большинство метаболитов связаны с энергетическим метаболизмом, или регуляцией осмотического давления [6].

Отмечается, что метаболизм аминокислот был в некоторой степени ингибирован во время эстивации в термотолерантном штамме. В то же время повышенные концентрации простагландина E2 и 5-дигидрокортизола могут быть связаны с осморегуляцией при высоком температурном стрессе. Концентрации большинства органических кислот, обнаруженных в термотолерантном штамме, были значительно выше, чем в общей популяции, что указывает на то, что термотолерантный штамм может обладать более высокой иммунной защитой.

Согласно ROC-анализу такие метаболиты, как треитол, 2-метилглутаровая кислота, N-ацетил-D-галактозамина, N-ацетил-L-лейцин, лактоза, оксипролин, 2,3-диметилсукцинат и D-глюкогептоза, можно считать биомаркерами термотолерантного штамма *A. japonicus*.

Целью настоящего исследования являлось определение эффективности экспериментальных рецептов кормов с внесением БАВ различной химической природы на массу и биохимические показатели молоди трепанга различных весовых групп при выращивании в заводских условиях.

Материалы и методы

Объектом исследования служила молодь пигментированного трепанга, культивируемая в заводских условиях на базе научно-экспериментального центров марикультуры в бухте Северной (залив Славянка). Молодь трепанга во время эксперимента содержалась в емкостях при плотности посадки 50 экз. на 100 л. Молодь пигментированного трепанга была разделена на размерные группы: со средней массой тела от 0,08 до 0,12 г (группа мелкой молоди) и от 0,3 до 0,52 г (группа крупной молоди). Кормление трепанга осуществляли 1 раз в сутки из расчета 20 мг корма на 1 особь. Ежедневно осуществлялся контроль температуры воды, а также проводилась смена воды на 2/3 объема. Контроль прироста массы тела молоди трепанга проводился 1 раз в месяц при помощи электронных весов с точностью 0,001 г.

В состав базовой рецептуры корма входили: сушеный саргассум, рыбная мука и сухой ил в соотношении 4 : 5 : 0,5 (корм К2) и без добавления рыбной муки (корм К1). В качестве биологически активного компонента в корма вносили холестерин в количестве 40 мг (корм № 1) и ДНК в виде нуклеопротеинового комплекса из молок лососевых рыб в количестве 5 г (корм № 2), порошок гаммаруса в количестве 50 г (корм № 3) на 1 кг массы корма. Биологически активную добавку из молок лососевых получали по методу, описанному в работе Ю.И. Касьяненко и Т.Н. Пивненко [7]. Она содержала 80 % ДНК с молекулярной массой 300 кДа. В ходе эксперимента использовали также коммерческий препарат порошка гаммаруса, изготовленный ООО «Зоомир» в соответствии с ТУ 9692-001-50005735-2000 «Гаммарус. Корм, стимулирующий окраску, для крупных и средних рыб».

Содержание водорастворимого белка определяли по методу Лоури [8].

Содержание гексозаминов определяли по Jang et al., 2005 [9].

Количественное определение каротиноидов проводили спектрофотометрически. Запись спектров этанольных экстрактов вели против соответствующего растворителя [10].

Результаты и их обсуждение

Известно, что на линейный рост, массу и эффективность потребления корма трепангом большое влияние оказывает температура воды. Анализ зависимости эффективности кормов (массы трепанга) от температуры представлен на рис. 1 и 2.

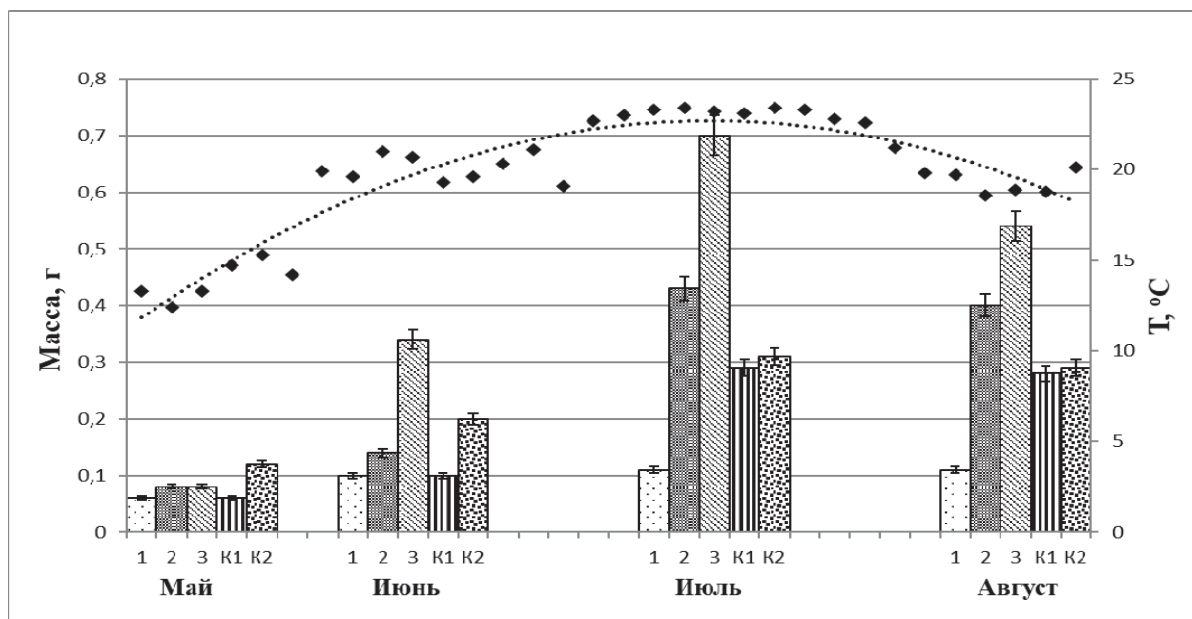


Рисунок 1 –Динамика изменения массы пигментированного мелкого трепанга и температуры воды

Из представленных на рис. 1 данных видно, что максимальной массы пигментированный мелкий трепанг достигал в период с мая до конца июля – до достижения максимальной летней температуры воды. Скармливание мелкой группе молоди трепанга корма контрольных рецептур (K1 и K2) показало, что прирост массы тела за первый месяц (май–июнь) составил 66 %. В период июнь–июль отмечен более высокий прирост массы (190 %) мальков за счет содержащихся на рецептуре K1 (саргассум + ил) по сравнению с контрольным кормом (K2), в состав которого включена рыбная мука. Дальнейшее применение кормов контрольных рецептур (июль–август) показало отсутствие влияния на прирост массы мелких мальков трепанга.

Применение экспериментальных рецептур кормов с включением БАВ и гаммаруса показало их различную эффективность. Так, внесение в рецептуру кормов холестерина за три месяца эксперимента (май–июль) способствовало увеличению массы тела молоди на 83,3 %. Следует отметить, что прирост массы в данной группе был в 1,7–4,6 раза меньше, чем в контрольных группах.

За тот же период эксперимента применение ДНК в составе корма (№ 2) способствовало увеличению массы тела молоди трепанга на 437,5 %, что в 1,5–1,8 раза больше прироста массы молоди в контрольных группах.

Наибольший прирост массы мелкой молоди трепанга в период с мая по июль отмечен при использовании корма № 3 с добавлением гаммаруса – 775 %. Эффективность данного корма была в 2,7–3,3 раза выше по сравнению с эффективностью с рецептурами контрольных кормов.

Следует отметить, что снижение температуры воды в период с июля по август приводило к уменьшению массы тела мелкой молоди трепанга при применении именно корма № 3, при отсутствии эффекта в контрольной группе кормов и кормов экспериментальных рецептов № 1 и 2.

Снижение массы трепанга при высоких температурах, по-видимому, связано с меньшей пищевой активностью животных.

Для крупной молоди трепанга (рис. 2) характерна иная зависимость эффективности кормов от температуры воды. Отличительной особенностью зависимости массы особей контрольной группы K2 от температуры является стабильность прироста в период с мая по август (при максимальных температурах воды). Прирост массы за данный период составил 140 %.

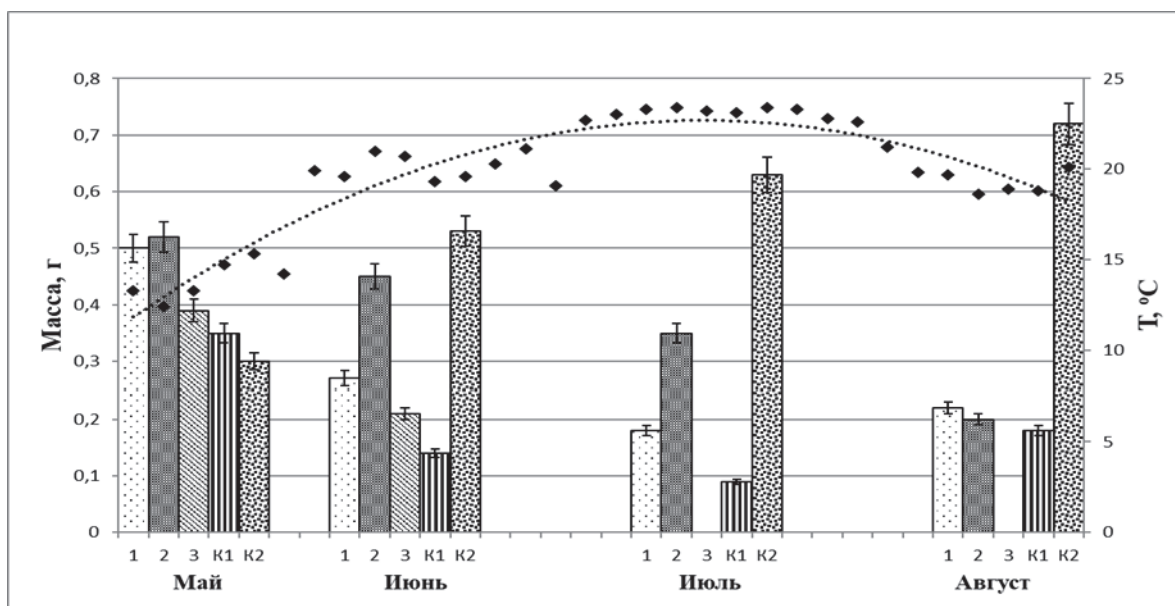


Рисунок 2 – Динамика изменения массы пигментированного крупного трепанга и температуры воды

Следует отметить, что использование контрольной рецептуры K1 в период с мая по июль характеризуется отрицательным ростом массы мальков крупного трепанга. Можно предположить, что для молоди трепанга данной размерной группы белковая составляющая корма является определяющей его эффективности.

Отрицательный рост трепанга при температуре воды выше 20 °C отмечен для различных весовых групп трепанга при различном количестве вносимого корма (% от массы трепанга) [11].

Применение БАВ в структуре кормов для данной размерной группы трепанга приводило к снижению массы тела животных в течение всего эксперимента. Следует отметить, что введение в рецептуру корма гаммаруса приводило к гибели животных на третий месяц эксперимента.

Важным показателем эффективности кормов для беспозвоночных является динамика содержания белков, углеводов (гексозаминов) и количества пигментов (каротиноидов).

Экспериментальные данные приведены в таблице.

Результаты по химическому составу молоди трепанга

Образец	Содержание водорастворимого белка, мг/г ткани	Содержание гексозаминов, %	Каротиноиды, мг/100 г
Пигментированный мелкий			
1	6,7±0,3	0,38	0,05±0,003
2	7,6±0,2	0,20	0,27 ±0,01
3	5,7±0,1	0,50	0,31 ±0,01
K1	5,4±0,1	0,48	0,30 ±0,01
K2	7,0±0,2	0,35	0,48 ±0,01
Пигментированный крупный			
1	8,9±0,3	0,16	0,10 ±0,01
2	5,8±0,3	0,35	0,25 ±0,01
K1	4,2±0,1	0,44	0,10 ±0,01
K2	8,2±0,3	0,7	0,49±0,01

Проведенные исследования показали, что дополнение белковой составляющей (корм К2) приводило к повышению доли водорастворимого белка на 29,6 % и к снижению содержания гексозаминов – на 27 % в кожно-мышечном мешке молоди мелкого трепанга. В то же время количество каротиноидов увеличивалось на 60 %.

Применение экспериментальных кормов с включением холестерина и ДНК не оказывало влияния на содержание растворимого белка в кожно-мышечном мешке мелкой молоди трепанга по сравнению с контролем. Однако введение в рецептуру корма гаммаруса (№ 3) приводило к снижению белка в кожно-мышечном мешке мелкой молоди трепанга на 18,6 % по сравнению с контрольной группой К2.

В то же время применение корма с ДНК (№2) приводило к снижению концентрации гексозаминов в 1,8–2,4 раза. Также отмечено снижение концентрации каротиноидов при применении экспериментальных рецептур кормов. Наименьшее содержание каротиноидов в кожно-мышечном мешке мелкой молоди трепанга отмечено при использовании кормов с холестерином (№ 1) и ДНК (№ 2).

Определение эффективности контрольных рецептур кормов для группы крупной молоди трепанга показало, что введение в рецептуру К1 рыбной муки (К2) способствовало увеличению содержания в кожно-мышечном мешке растворимого белка на 95,2 % и гексозаминов – на 59,1 %. Также отмечено увеличение концентрации каротиноидов при введении в корм белковой составляющей на 390 %.

Определение химических показателей состава кожно-мышечного мешка группы крупной молоди трепанга показало, что введение в корм ДНК (№ 2) приводило к снижению концентрации растворимого белка на 48,8 %, а введение в рецептуру корма холестерина (№ 1) не оказывало влияния на данный показатель. В то же время оба корма (№ 1 и 2) вызывали снижение концентрации гексозаминов на 77 и 50 % соответственно. Также определены концентрации каротиноидов при использовании кормов № 1 и 2 на 80 и 49 % соответственно, по сравнению с контрольной группой К2.

Из проведенного исследования можно сделать заключение о важности белковой составляющей в рецептуре кормов для молоди трепанга различных весовых групп. Введение в рецептуру корма гаммаруса оказывает положительное влияние на прирост массы мелких мальков трепанга в период максимальных летних температур.

Библиографический список

1. Su L., Chen M.Y., Wang T., Liu J., Zhao Y., Yang H. The division of different stages of aestivation and quantitative analysis of tissue layers' thickness of anterior intestine in sea cucumber *Apostichopus japonicus* // Marine Sciences. – 2012. – Vol. 36. – P. 1–5.
2. Liu L., Wang A., Wang Y., Du R., Yang, X. Influence of temperature and body weight on the emptying time of digestive duct and feces quantity of *Apostichopus japonicus* (Selenka) // Marine Sciences. – 2013. – Vol. 37. – P. 43–48.
3. Steinberg C. E. W., Sturzenbaum S. R., Menzel, R. Genes and environment - Striking the fine balance between sophisticated biomonitoring and true functional environmental genomics // Science of The Total Environment. – 2008. – Vol. 400. – P. 142–161.
4. Liu S., Sun J., Ru X., Cao X., Liu J., Zhang T., Zhou Y., Yang H. Differences in feeding, intestinal mass and metabolites between a thermotolerant strain and common *Apostichopus japonicus* under high summer temperature // Aquaculture Research. – 2018. – Vol. 49. – P. 1957–1966.
5. Gao F. Seasonal variations of nutritional composition, food resources, and digestive physiology in sea cucumber. *Apostichopus japonicus* [PhD]. – 2008. – Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.
6. Zhao H., Liu S.L., Yang H.S., Zhao H.L., & Lin C.G. The study on thermo tolerance of juvenile offspring *Apostichopus japonicus* (Selenka) with directive breeding // Marine Sciences. – 2014. – Vol. 38. – P. 1–6.

7. Касьяненко Ю.И., Пивненко Т.Н. Сравнительные физико-химические характеристики низкомолекулярной дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) из морских гидробионтов // Изв. ТИНРО-Центра. – 1999. – Т. 125. – С.152–164.
8. Lowry O., Rosenbrough N., Parr A., Randall R. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193, № 1. – P. 265–276.
9. Jang J.H., Hia H.C., Ike M., Inoue C., Fujita M., & Yoshida T. Acid hydrolysis and quantitative determination of total hexosamines of an exopolysaccharide produced by *Citobacter* sp. // Biotechnology Letter. – 2005. – Vol. 27(1). – P. 13–18.
10. Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов. – М.: Наука, 1988. – 240 с.
11. Бердасова К.С., Масленников С.И., Пахлеваниян А.А., Геворгян Т.А., Боцун Л.А. Отрицательный весовой рост молоди дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) в период летнего максимума температур (зал. Восток, Японское море) // Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН: го-
дичная науч. конф., 22–23 апреля 2019 г. – Владивосток, 2019. – С. 12–19.