УДК 639.3.043 + 639.55

Н.Н. Ковалев, Ю.М. Позднякова, С.Е. Лескова, Р.В. Есипенко, Е.В. Михеев

ВЛИЯНИЕ ХОЛЕСТЕРИНА НА РОСТ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОДИ ТРЕПАНГА В РЕГУЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

N.N. Kovalev, Yu.M. Pozdnyakova, S.E. Leskova, R.V. Esipenko, E.V. Mikheev

THE INFLUENCE OF CHOLESTEROL ON THE GROWTH AND CHEMICAL COMPOSITION OF SEA CUCUMBER JUVENILES IN CONTROLLED CONDITIONS

Ковалев Н.Н. **–** д-р биол. наук, проф. каф. пищевой биотехнологии Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток. E-mail: kovalevnn61@yandex.ru

Позднякова Ю.М. **–** канд. техн. наук, директор НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток. E-mail: pozdnyakova.julia@yandex.ru

Лескова С.Е. **–** канд. биол. наук, руководитель Научно-производственного департамента марикультуры Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток. E-mail: svetaleskova@mail.ru

Есипенко Р.В. **–** канд. техн. наук, мл. науч. сотр. НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток. E-mail: azt@bk.ru

Михеев Е.В. **–** канд. техн. наук, старший научный сотрудник НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток. E-mail: eugene2279@mail.ru

Kovalev N.N. **–** Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Food Biotechnology, Far Eastern State Technical Fishery University, Vladivostok. E-mail: kovalevnn61 @yandex.ru

Pozdnyakova Yu.M. **–** Cand. Techn. Sci., Director, Research and Development Institute of Innovative Biotechnologies, Far Eastern State Technical Fishery University, Vladivostok. E-mail: pozdnyakova .julia@yandex.ru

Leskova S.E. **–** Cand. Biol. Sci., Head, Research and Production Department of Mariculture, Far Eastern State Technical Fishery University, Vladivostok. E-mail: svetaleskova@mail.ru

Esipenko R.V. **–** Cand. Techn. Sci., Junior Staff Scientist, Research and Development Institute of Innovative Biotechnologies, Far Eastern State Technical Fishery University, Vladivostok. E-mail: azt@bk.ru

Mikheev E.V. – Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Research and Development Institute of Innovative Biotechnologies, Far Eastern State Technical Fishery University, Vladivostok. E-mail: eugene2279@mail.ru

Цель работы – оценка влияния рецептур кормов, содержащих холестерин, на адаптацию молоди трепанга к условиям среды при культивировании в регулируемых температурных условиях. В состав рецептуры корма входили: сушеная ламинария, рыбная мука, соевый шрот, измельченные раковины двустворчатых моллюсков и сублимированные внутренности трепанга. В качестве биологически активного компонента в рецептуры кормов вносили холестерин в количестве 20 и 40 г на 1 кг массы корма. Базовая рецептура корма без холестерина являлась контрольной. Длительность экспериментального культивирования проводилась с июня по сентябрь и составляла 101 день. Ежедневно проводилась оценка температуры и солености воды. Об эффективности кормов судили по привесу массы трепанга. За время эксперимента масса молоди трепанга, получавших экспериментальный корм с различными дозировками холестерина, увеличилась в 4,4–5,3 раза. Выжи-

ваемость трепанга во всех экспериментальных группах практически не различалась и составляла 76,7–80,0 %. Рост накопления массы в течение всего эксперимента не имел линейную зависимость. Увеличение массы экспериментальных животных отмечалось с июня по август. Последующее снижение массы молоди трепанга в августе в экспериментальных группах составило от 22,5 до 38,2 %. Установлено, что снижение солености воды сопровождается снижением потребления корма и роста массы мальков. Скармливание экспериментальных кормов малькам трепанга способствовало повышению содержания водорастворимых белков в тканях в 1,5–1,8 раза. Наибольший эффект по увеличению концентрации растворимого белка оказывал корм с высоким содержанием холестерина. Использование экспериментальных рецептур с холестерином увеличивало содержание гексозаминов в 7,5–11 раз. Проведенное исследование показало перспективность использования в рецептурах кормов для трепанга холестерина.

***Ключевые слова**: марикультура, трепанг, холестерин, белок, гексозамины*

The aim of the study was to assess the effect of feed formulations containing cholesterol on the adaptation of young trepang to adjustable temperature conditions during breeding in controlled temperature conditions. The composition of the feed included dried kelp, fish meal, soybean meal, ground shells of bivalves and freeze-dried entrails of sea cucumber. As biologically active component, cholesterol in the amount of 20 g and 40 g per 1 kg of feed weight was added to feed formulations. Basic formula of the feed without cholesterol was used as the control. The duration of experimental cultivation was from June to September and lasted 101 days. Daily assessment of temperature and salinity of water was carried out. The efficiency of feed was judged from trepang's weight gain. During the experiment, the mass of trepang juveniles receiving experimental feed with different dosages of cholesterol increased 4.4–5.3 times. Trepang's survival rate in all experimental groups practically did not differ and was 76.7–80.0 %. The growth of mass accumulation during the entire experiment did not have linear dependence. The increase in the mass of experimental animals was observed from June to AugustSubsequent decrease of trepang juveniles' mass in August in experimental groups was from 22.5 to 38.2 % .It was established that the decrease in water salinity was accompanied by the decrease in feed consumption and the decrease in the growth of fry weight. Feeding experimental feed to trepang fry resulted in 1.5–1.8 times increasing the content of water-soluble proteins in tissues. The greatest effect on increasing the concentration of soluble protein had the feed with high cholesterol content. The use of experimental formulations with cholesterol increased the content of hexosamines 7.5–11 times. Performed study shows the prospects of using cholesterol in the formulations of feed for trepang.

***Keywords**: mariculture, trepang, cholesterol, protein, hexosamines.*

Введение. Трепанг (Apostichopus japonicus Selenka) является эпибентосным видом, обитающим на умеренном мелководье вдоль побережья Восточной Азии [1, 2].

Как важный аквaресурс, A. japonicus давно эксплуатируется в России, Японии, Китае и Корее, где используется как пищевой продукт и как средство традиционной медицины [3].

Истощение природных запасов трепанга в связи с его высокой коммерческой ценностью способствовало развитию программы аквакультуры A. japonicus и других голотурий [4–8].

В настоящее время разработано несколько технологий интенсивного выращивания молоди трепанга: прудовое, донное (пастбищное) и заводское культивирование [3, 8].

При прудовом способе культивирования молоди трепанга возникает ряд проблем. Во-первых, ограниченность сезона культивирования, что влияет на потенциальное производство молоди. Заводское выращивание в течение первого года после инкубации предполагает выпуск молоди следующей весной, что не позволяет удовлетворить растущий спрос на рынке [9].

Во-вторых, технологии прудового культивирования ограничены в пространстве и водообмене по сравнению с прибрежной зоной. Трепанг, обитающий в природных условиях, подвержен сезонным колебаниям факторов окружающей среды. Выживаемость молоди трепан-

га зависит от его способности адаптироваться к существующей среде [10]. В целом отношение пелагических личинок трепанга к солености и температуре могут изменяться в течение онтогенеза [11, 12].

Цель работы. Оценка влияния рецептур кормов, содержащих холестерин, на адаптацию молоди трепанга к условиям среды при культивировании в контролируемых условиях.

Материалы и методы. Объектом исследования служила молодь трепанга заводского выращивания на базе цеха экспериментального выращивания трепанга в б. Северная (залив Славянка, Приморский край). Молодь трепанга содержалась в ваннах с проточной водой при плотности посадки 230 экз. на л. Кормление трепанга осуществляли 2 раза в сутки из расчета 100 мг на 1 особь.

В состав рецептуры корма входили: сушеная ламинария, рыбная мука, соевый шрот, измельченные раковины двустворчатых моллюсков и сублимированные внутренности трепанга в соотношении 4:2:1:3:0,05. В качестве биологически активного компонента в рецептуры кормов вносили холестерин в количестве 20 г (корм № 1) и 40 г (корм № 2) на 1 кг массы корма. Базовая рецептура корма без холестерина являлась контрольной.

Длительность экспериментального культивирования проводилась с июня по сентябрь и составляла 101 день. Ежедневно проводилась оценка температуры и солености воды. Об эффективности кормов судили по привесу массы трепанга.

Количественное содержание белка определяли по методу Лоури [13].

Содержание гексозаминов определяли спектрофотометрически согласно Фармокопейной статье № 42-1286-99 [14].

Результаты и их обсуждение. Липидная составляющая кормов для молоди трепанга представлена, как правило, растительными маслами или концентратами жирных кислот. Так, проведено исследование по оценке влияния на показатели роста ювенильного трепанга (1,9 г) кормления рецептурами кормов, содержащими различные концентрации n-3 ненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Результаты ростовых показателей и составов жирных кислот стенки тела показали, что оптимальный уровень n-3 ПНЖК для ювенильного трепанга составляет от 0,22 до 0,46 % [15]. В то же время в научной литературе отсутствуют данные по оценке влияния холестерина на ростовые показатели и химический состав мускульного мешка голотурий. В экспериментах по культивированию молоди креветки Macrobrachium nipponense показано, что наилучшие показатели роста, повышенные показатели антиоксидантной способности и иммунитета были достигнуты при ее кормлении диетой с добавлением 9,0 г холестерина на 1 кг корма [16]. При этом увеличения количественного содержания холестерола в мышечной ткани креветки не отмечалось.

Оценка эффективности кормов с содержанием холестерина 20 (корм № 1) и 40 мг (корм № 2) на 1 кг веса корма проводилась в сравнении с кормом без добавления холестерина (контроль). Количество животных в начале эксперимента составляло 30 шт. в каждой группе.

Количественные данные по изменению массы и количества живой молоди трепанга представлены в таблице 1. Из приведенных в таблице данных видно, что скармливание всех экспериментальных рецептур кормов способствовало увеличению массы экспериментальных животных.

За 101 день эксперимента масса молоди трепанга, получавших корм с различными дозировками холестерина, увеличилась в 4,4–5,3 раза, тогда как у трепанга, содержавшегося на контрольной рецептуре корма, масса увеличилась в 8,3 раза. Выживаемость трепанга во всех экспериментальных группах практически не различалась и составляла 76,7–80,0 %. Однако рост накопления массы в течение всего эксперимента не был линейным. Так, увеличение массы экспериментальных животных отмечалось с июня по август и составляло в группе № 1 – 708 %, в группе № 2 – 679 %, а в контрольной группе – 1088 %. Последующее снижение массы молоди трепанга к августу месяцу в экспериментальных труппах № 1 и № 2 составило 38,2 и 22,5 %, а в контрольной группе – 23,9 %.

Таблица 1

Влияние кормов с различной рецептурой на массу тела мальков трепанга

Дата, показатель	Корм № 1	Корм № 2	Контроль
9 июня	n=30	n=30	n=30
Масса, г	0,12-2,6 / 0,51	0,14-2,93 / 0,61	0,11-0,84 / 0,25
9 июля	n=24	n=27	n=26
Масса, г	0,07-8,11 / 2,04	0,25-10,65 / 2,4	0,22-4,42 / 1,32
12 августа	n=24	n=26	n=25
Масса, г	0,16-16,3 / 3,61	0,28-10,53 / 4,14	0,36-8,81 / 2,72
20 сентября	n=23	n=24	n=24
Масса, г	0,22-9,65 / 2,23	0,32-13,02 / 3,21	0,2-10,39 / 2,07
Выживаемость, %	76,7	80,0	80,0

Примечание: масса – в числителе указаны минимальное и максимальное значения, в знаменателе среднее значение; n – количество животных в эксперименте.

Ранее было показано, что использование рецептур кормов с содержанием холестерина 20 и 40 г на 1 кг корма, при подращивании молоди трепанга весом 50–70 г, способствовало увеличению массы на 26 и 32 % соответственно [17].

Ранее проведенными исследованиями было показано, что температура воды, соленость и размер тела трепанга значительно влияют на потребление ими энергии. Причем соленость и размер тела являются основными факторами, влияющими на скорость роста. Исходя из полученных результатов, предполагается, что температура воды 16 °С и соленость 30 г $л^{-1}$ являются оптимальными условиями для выпуска A. japonicus с массой 37,34 ± 4,63 г [18].

В аквариальных условиях температура воды эксперимента была постоянной и составляла (18±1,0) °С.

Проведенные нами исследования показали (рис. 1), что максимальных значений массы молодь трепанга достигает в первой декаде августа при солености воды 31 ‰. Следует отметить, что значения солености воды мало варьировали с третьей декады июня по конец августа и составляли 30–31 ‰. С наступлением сезонных муссонов (штормов), сопровождающихся обильными осадками, соленость воды в исследованной акватории резко снижается до 23 ‰. В этот временной период трепанг перестает активно питаться, и рост его массы снижается. Вследствие длительности действия природного фактора масса молоди трепанга снижается вплоть до третьей декады сентября.

Колебания солености оказывают важное влияние на популяции иглокожих. Их большую чувствительность можно объяснить высокой проницаемостью внешних покровов. Выявлено, что необычные размерно-частотные распределения иглокожих в местах с сильными колебаниями солености, вероятно, были обусловлены меньшей толерантностью мелких особей к гипоосмотическому стрессу [19].

Таким образом, показано, что мальки трепанга массой от 0,11 до 2,27 г высокочувствительны к гипоосмотическому стрессу. Введение в рецептуру кормов холестерина, важнейшего компонента клеточных мембран, оказывало протективный адаптивный эффект в дозировке 40 г на 1 кг корма.

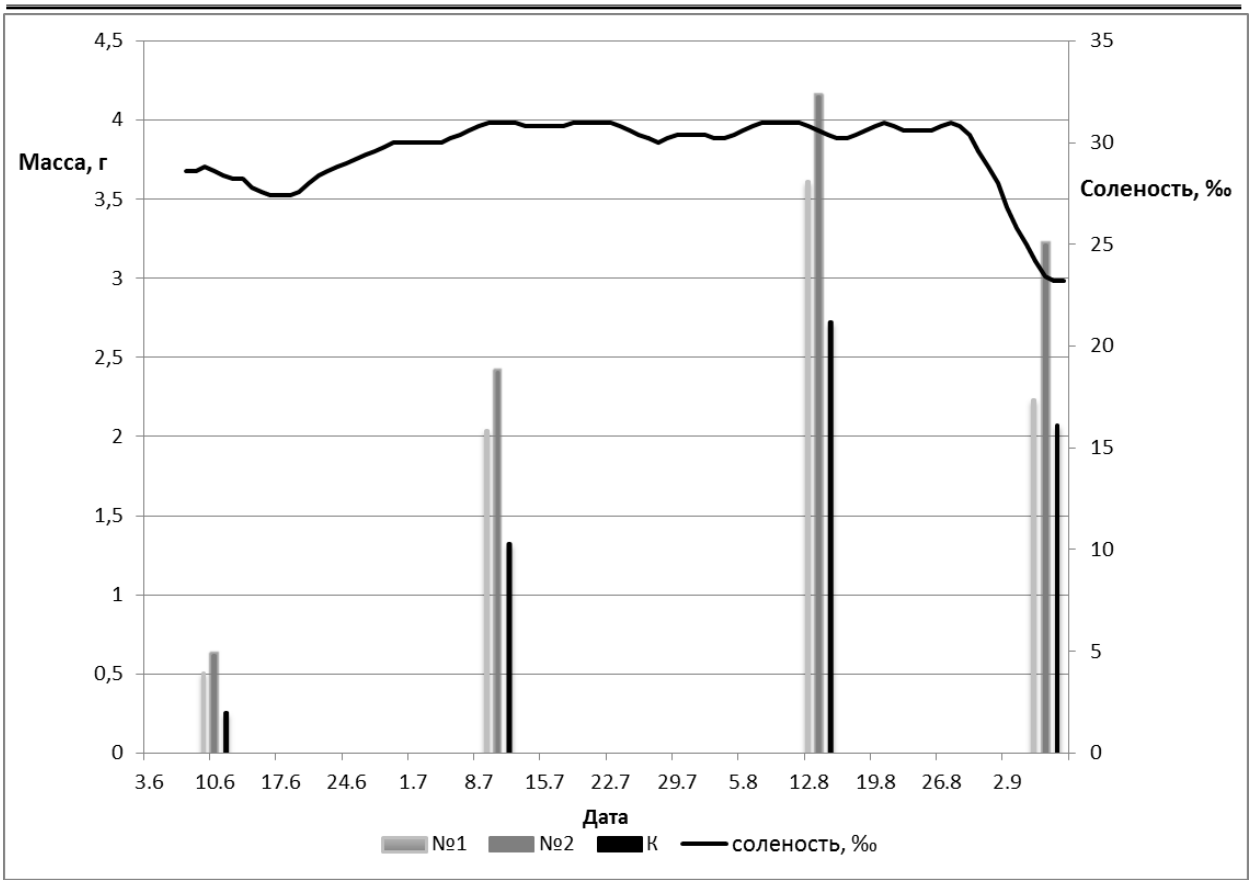

Рис. 1. Влияние солености на прирост массы тела трепанга

Рост организмов сопровождается изменениями биохимических показателей тканей. Сравнение биохимических показателей проводили при закладке посадочного материала и по окончании эксперимента (табл. 2).

Приведенные в таблице 2 данные свидетельствуют, что все три вида экспериментальных кормов способствовали повышению содержания водорастворимых белков в тканях молоди трепанга в 1,5–1,8 раза. При этом наибольший эффект по увеличению концентрации растворимого белка оказывал корм с высоким содержанием холестерина. Разница в эффективности кормов с различным содержанием холестерина по данному показателю составляла 21 %.

Таблица 2

Содержание гексозаминов и водорастворимого белка в тканях мальков трепанга

Корм	Дата	Содержание гексозаминов, %	Содержание водорастворимого белка, мг/г ткани
Старт	Июнь	0,10	9,8
№1	Сентябрь	1,10	14,7
№2		0,75	17,8
Контроль		1,34	15,7

Как известно, основным компонентом межклеточного матрикса являются гликозаминогликаны – гетерополисахариды, мономерами которых являются уроновые кислоты и гексозамины. Гексозамины у беспозвоночных выполняют функцию межуточного вещества, способствующего формированию плотной структуры мускульного мешка голотурий.

Скармливание молоди трепанга контрольного корма приводило к увеличению содержания гексозаминов в 13,4 раза. Использование экспериментальных рецептур с холестерином увеличивало содержание гексозаминов в 7,5–11 раз. Следует отметить, что наименьшее влияние на данный показатель оказывал корм с высоким (40 мг/кг) содержанием холестерина. По-видимому, использование в рецептурах кормов низких концентраций холестерина стимулирует рост мускульной ткани и, как следствие, биосинтез протеогликанов, содержащих гексозамины.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование показало перспективность использования холестерина в рецептурах кормов для трепанга. Известно, что холестерин в организме голотуриевых не синтезируется, а поступает только с пищей. В то же время холестерин в организме выступает в роли основного строительного материала для клеточных мембран. Кроме того, он также принимает участие в синтезе половых гормонов, желчных кислот и витамина D. В организме голотуриевых холестерин является основным химическим веществом, из которого синтезируются тритерпеновые гликозиды [20]. Гликозиды, помимо защитной (токсичной для хищников) функции, выполняют роль иммуномодулятора, антимикробного и антигрибкового вещества, способствующего выживанию голотурий в водной среде. Полученные данные имеют практическое значение при промышленном культивировании молоди трепанга в неконтролируемых условиях среды.

Литература

1. *Liao Y.L.* The aspidochirote holothurians of China witherection of a new genus in echinoderms: present and past // In:Proc European Colloquium on Echinoderm. A.A. Balkema. – Rotterdam, 1980. – P. 115–1202.
2. *Sloan N.A*. Echinoderm fisheries of the world: a review.Echinodermata // In: Proc 5th Int Echinoderm Conference. A.A. Balkema. – Rotterdam, 1984. – P. 109–124.
3. *Chen J.X.* Present status and prospects of sea cucumberindustry in China // In: Food and Agriculture Organization (ed)Advances in sea cucumber aquaculture and management // Food and Agriculture Organization. – Rome, 2004. – P. 25–38.
4. *Conand C., Byrne M.* A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries // Mar. Fish. Rev. – 1993. – № 55. – P. 1–136.
5. *Battaglene S.C., Seymour J.E.* Detachment and grading of the tropical sea cucumber sandfish, Holothuria scabra, juveniles from settlement substrates // Aquaculture. – 1998. – V. 159. – P. 263–2747.
6. *Battaglene S.C.* Culture of tropical sea cucumbers for the purposes of stock restoration and enhancement // Naga Iclarm. – 2000. – V. 22. – P. 4–118.
7. *Conand C*. Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview. In: Food and Agri-culture Organization (ed) Advances in sea cucumber aquacultureand management // Food and Agriculture Organization. – Rome, 2004. – P. 13–23.
8. *Yuan X.T., Yang H.S., Zhou Y., Mao Y., Zhang T., Liu Y*. The influence of diets containing dried bivalve feces and/or powdered algae on growth and energy distribution in sea cucumber Apos-tichopus japonicus (Selenka) (Echinodermata: Holothuroidea) // Aquaculture. – 2006. – V. 256. – P. 457–467.
9. *Chen J.X.* Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China // SPC Beche-de-Mer Inf. Bull. – 2003. – V. 18. – P. 18–23.
10. *Charmantier G.* Ontogeny of osmoregulation in crustaceans: a review // Invertebr. Reprot Dev. – 1998. – V. 33. – P. 177–190.
11. *O'Connor W.A., Lawler N.F*. Salinity and temperature tolerance of embryos and juveniles of the pearl oyster, Pinctadaimbricata Roding // Aquaculture. – 2004. – V. 229. – P. 493–506.
12. *Fielder D.S., Bardsley W.J., Allan G.L., Pankhurst P.M.* The effects of salinity and temperature on growth and survival of Australian snapper, Pagrus auratus larvae // Aquaculture. – 2005. – V. 250. – P. 201–214.
13. *Lowry O., Rosenbrough N., Parr A., Randall R*. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. B1iol. Chem. – 1951. – V. 193. – № 1. – P. 265–276.
14. Фармокопейная статья № 42-1286-99. – М., 1999.

15. *Liao M., LiaoT., RenT., Ren W*. Optimum Level of Dietary n-3 Highly Unsaturated Fatty Acids for Juvenile Sea Cucumber, Apostichopus japonicus // Journal of the World Aquaculture Society. – 2015. – V. 46(6). – P. 642–649.
16. *Gu X., Fu H., Sun S., Quiao H.* Effects of cholesterol on growth, feed utilization, body composition and immune parameters in juvenile oriental river prawn, Macrobrachium nipponense (De Haan) // Aquaculture Reseach. – 2017. – V. 48. – P. 4262–4271.
17. *Ковалев Н.Н., Позднякова Ю.М., Лескова С.Е*. Обоснование применения биологически активных компонентов в рецептуре кормов дальневосточного трепанга условиях искусственного разведения на предприятиях марикультуры // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2018. – № 1. – С. 90–95.
18. *Xi X., Zhao W., Yang M*. Combined influence of water temperature, salinity and body size on energy budget in the sea cucumber Apostichopus japonicus Selenka // Fisheries Science. – 2013. – V. 79(4). – P. 639–646.
19. *Guy Drouin, Himmtlman J.Y., Beland P*. Impact of tidal salinity fluctuations on echinoderm and mollusc populations // Canadian Journal of Zoology. – 2011. – V. 63(6). – P. 1377–1387.
20. *Рыбакова Г.В*. Холестерин и его влияние на организм // Вестник НГИЭИ. – 2011. – Т. 2. – №. 4 (5). – URL: http://cyberleninka.ru/article/n/holesterin-i-ego-vliyanie-na-organizm.pdf.

Literatura

1. *Liao Y.L.* The aspidochirote holothurians of China witherection of a new genus in echinoderms: present and past // In:Proc European Colloquium on Echinoderm. A.A. Balkema. – Rotterdam, 1980. – P. 115–1202.
2. *Sloan N.A*. Echinoderm fisheries of the world: a review.Echinodermata // In: Proc 5th Int Echinoderm Conference. A.A. Balkema. – Rotterdam, 1984. – P. 109–124.
3. *Chen J.X.* Present status and prospects of sea cucumberindustry in China // In: Food and Agriculture Organization (ed)Advances in sea cucumber aquaculture and management // Food and Agriculture Organization. – Rome, 2004. – P. 25–38.
4. *Conand C., Byrne M.* A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries // Mar. Fish. Rev. – 1993. – № 55. – P. 1–136.
5. *Battaglene S.C., Seymour J.E.* Detachment and grading of the tropical sea cucumber sandfish, Holothuria scabra, juveniles from settlement substrates // Aquaculture. – 1998. – V. 159. – P. 263–2747.
6. *Battaglene S.C.* Culture of tropical sea cucumbers for the purposes of stock restoration and enhancement // Naga Iclarm. – 2000. – V. 22. – P. 4–118.
7. *Conand C.* Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview. In: Food and Agriculture Organization (ed) Advances in sea cucumber aquacultureand management // Food and Agriculture Organization. – Rome, 2004. – P. 13–23.
8. *Yuan X.T., Yang H.S., Zhou Y., Mao Y., Zhang T., Liu Y*. The influence of diets containing dried bivalve feces and/or powdered algae on growth and energy distribution in sea cucumber Apos-tichopus japonicus (Selenka) (Echinodermata: Holothuroidea) // Aquaculture. – 2006. – V. 256. – P. 457–467.
9. *Chen J.X*. Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China // SPC Beche-de-Mer Inf. Bull. – 2003. – V. 18. – P. 18–23.
10. *Charmantier G*. Ontogeny of osmoregulation in crustaceans: a review // Invertebr. Reprot Dev. – 1998. – V. 33. – P. 177–190.
11. *O'Connor W.A., Lawler N.F*. Salinity and temperature tolerance of embryos and juveniles of the pearl oyster, Pinctadaimbricata Roding // Aquaculture. – 2004. – V. 229. – P. 493–506.
12. *Fielder D.S., Bardsley W.J., Allan G.L., Pankhurst P.M.* The effects of salinity and temperature on growth and survival of Australian snapper, Pagrus auratus larvae // Aquaculture. – 2005. – V. 250. – P. 201–214.
13. *Lowry O., Rosenbrough N., Parr A., Randall R*. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. B1iol. Chem. – 1951. – V. 193. – № 1. – P. 265–276.
14. Farmokopejnaja stat'ja № 42-1286-99. – M., 1999.

15. *Liao M., LiaoT., RenT., Ren W*. Optimum Level of Dietary n-3 Highly Unsaturated Fatty Acids for Juvenile Sea Cucumber, Apostichopus japonicus // Journal of the World Aquaculture Society. – 2015. – V. 46(6). – P. 642–649.
16. *Gu X., Fu H., Sun S., Quiao H*. Effects of cholesterol on growth, feed utilization, body composition and immune parameters in juvenile oriental river prawn, Macrobrachium nipponense (De Haan) // Aquaculture Reseach. – 2017. – V. 48. – P. 4262–4271.
17. *Kovalev N.N., Pozdnjakova Ju.M., Leskova S.E*. Obosnovanie primenenija biologicheski aktivnyh komponentov v recepture kormov dal'nevostochnogo trepanga uslovijah iskusstvennogo razvedenija na predprijatijah marikul'tury // Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe hozjajstvo. – 2018. – № 1. – S. 90–95.
18. *Xi X., Zhao W., Yang M*. Combined influence of water temperature, salinity and body size on energy budget in the sea cucumber Apostichopus japonicus Selenka // Fisheries Science. – 2013. – V. 79(4). – P. 639–646.
19. *Guy Drouin, Himmtlman J.Y., Beland P.* Impact of tidal salinity fluctuations on echinoderm and mollusc populations // Canadian Journal of Zoology. – 2011. – V. 63(6). – P. 1377–1387.
20. *Rybakova G.V.* Holesterin i ego vlijanie na organizm // Vestnik NGIJeI. – 2011. – T. 2. – №. 4 (5). – URL: http://cyberleninka.ru/article/n/holesterin-i-ego-vliyanie-na-organizm.pdf.