

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2018-1-90-97
УДК 639.3.043 + 639.55

Н. Н. Ковалев, Ю. М. Позднякова, С. Е. Лескова

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В РЕЦЕПТУРЕ КОРМОВ ДЛЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАРИКУЛЬТУРЫ

Проведены апробация и оценка эффективности кормов для садкового выращивания дальневосточного трепанга с использованием биостимулирующих компонентов: холестерина и ДНК из молок лососевых. Эксперимент проводился на 6 группах животных (соответственно корма №№ 1–6) с начальной массой 50–70 г, контрольные замеры осуществлялись через 60 и 103 дня после начала эксперимента. Экспериментально установлено, что наибольшие привесы массы тела трепанга (22,4 г) наблюдались при использовании корма, в состав которого был включен холестерин в дозировке 40 г/кг корма (корм № 2). Также эффективными оказались рецептуры кормов с включением холестерина в дозировке 20 г/кг корма (корм № 1), ДНК молок лососевых в дозировке 1 г/кг (корм № 3) и корма со смешанным составом биологически активных веществ (БАВ) (корм № 6). В ходе исследования химического состава тканей трепанга установлено, что наибольший эффект применения экспериментальных кормов выразился в увеличении количества миофибриллярных белков. Менее всего влиянию БАВ оказались подвержены щелочерастворимые белки, к которым относится коллаген. Накопление саркоплазматических белков наиболее активно происходило при использовании высокобелкового корма (корм-контроль) и корма № 6 с внесением смеси БАВ: увеличение в 7,5 и 7,2 раза соответственно. Также высокоэффективными оказались корма с использованием ДНК в дозировках 1 и 5 г/кг корма (№ 3 и 4), скормливание которых способствовало увеличению водорастворимых белков в 6,0 и 6,6 раз соответственно. Рецептура, отличающаяся высоким содержанием холестерина, практически не приводила к увеличению количества саркоплазматических белков. При увеличении концентрации холестерина в корме количество гексозаминов в тканях трепанга возрастает в 2,7 раз. Увеличение содержания ДНК в корме приводит к увеличению количества гексозаминов в 1,5 раза. Такая тенденция наблюдается и при сравнении кормов со смесью БАВ. Экспериментальные данные свидетельствуют о высокой эффективности кормов для трепанга с добавлением БАВ – холестерина и ДНК из молок лососевых.

Ключевые слова: трепанг, корма, садки, биологически активные вещества, холестерин, ДНК из молок лососевых.

Введение

Во всем мире идентифицировано примерно 1 250 видов голотурий, из которых около 20 являются съедобными [1].

Одним из таких видов является дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* (Selenka) – беспозвоночное животное, обитающее в прибрежных морях Кореи, Японии, Китая и России [2]. Это один из наиболее коммерчески ценных видов марикультуры.

Мускульная стенка тела трепанга является основной съедобной частью и состоит в основном из коллагена и мукополисахаридов [3]. Кроме того, стенка тела трепанга содержит пептиды, коллаген, желатин, полисахариды и сапонины, которые обладают противоопухолевым, антикоагулянтным, антиокислительным действием [4–6].

Для получения товарной продукции из трепанга часто используют садки, бывшие креветочные пруды, охраняемые зоны в прибрежной полосе, бетонные бассейны, расположенные на берегу [7]. Один из способов выращивания трепанга предполагает использование донных садков, которые закрепляются в районах, защищенных от волн и удобных для охраны и наблюдения, или подвесных, многоярусных гребешкового типа, либо одноярусных, одинаковых по конструкции с донными.

В странах, традиционно занимающихся марикультурой трепанга, проведен ряд исследований по изучению его потребности в питательных веществах (белки, липиды, углеводы и аскорбиновая кислота) [8–10].

Основу кормов для выращивания трепанга составляют водоросли. В экспериментальном исследовании с использованием диет, содержащих различные виды водорослей (*Sargassum thunbergii*, *Ulva lactuca*, *Undaria pinnatifida*, *Laminaria japonica*, *Schizochytrium sp.*, *Nannochloropsis oculata*), было показано, что выживаемость трепанга существенно не различается в экспериментальных группах, а удельный темп роста трепанга с рационом на основе *U. lactuca* был значительно выше [11].

Оценка влияния липидов (масло кальмаров, соевое и льняное масло), выделенных из различных источников, на рост и состав жирных кислот молоди трепанга показала, что значительное увеличение веса отмечено при скармливании масла кальмаров, тогда как самая низкая прибавка в весе отмечена при использовании соевого масла. При этом значительных различий в содержании сырого протеина и липидов в группах животных при использовании различных диет не отмечено [12].

Кроме того, важным компонентом пищи дальневосточного трепанга являются микроорганизмы, на долю которых приходится от 30 до 100 % органического углерода в грунте [13]. В последнее время в качестве добавок к корму трепанга применяют животное сырье: смесь рыбных отходов и отходов моллюсков, рыбную муку и пр. [14].

Целью работы являлись обоснование и разработка рецептов кормов для трепанга садкового выращивания в условиях искусственного разведения на предприятиях марикультуры.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служил трепанг садкового выращивания (б. Северная, залив Славянка Японского моря). Трепанг содержался в садках, погружаемых в толщу воды на глубину 4–7 м. Кормление трепанга осуществляли 1 раз в трое суток из расчета 6 % от массы тела.

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 активных компонентов в рецептуры кормов вносили холестерин в количестве 20 г (корм № 1), 30 г (корм № 5 и 6), 40 г (корм № 2) и ДНК из молок лососевых в количестве 1 г (корм № 3 и 5) и 5 г (корм № 4 и 6) на 1 кг массы корма.

Об эффективности кормов судили по привесу массы трепанга.

Содержание водорастворимого белка определяли по методу Лоури [15]. Для щелочерастворимых белков использовали в качестве растворителя 0,01 N раствора NaOH, для солерастворимых – 7 % водный раствор NaCl.

Содержание гексозаминов определяли спектрофотометрически согласно Фармокопейной статье № 42-1286-99 [16].

Результаты и их обсуждение

Эксперимент по оценке влияния рецептов кормов на массу тела трепанга включал 6 групп экспериментальных животных – в соответствии с номером рецептуры корма (табл. 1). Начальная масса трепанга составляла 50–70 г.

Таблица 1

Рецептуры стартовых кормов трепанга

№ рецептуры	Ламинария	Рыбная мука	Холестерин	Соя Шрот/мука	ДНК лосось	Ракушка	Внутренности трепанга сухие
	г						
Контроль	400	200	–	100	–	300	5
1	400	200	20	100	–	300	5
2	400	200	40	100	–	300	5

Окончание табл. 1

№ рецептуры	Ламинария	Рыбная мука	Холестерин	Соя Шрот/мука	ДНК лосось	Ракушка	Внутренности трепанга сухие
	г						
3	400	200	–	100	1	300	5
4	400	200	–	100	5	300	5
5	400	200	30	100	1	300	5
6	400	200	30	100	5	300	5

Подращивание трепанга проводили в садках производства КНР. Кормление трепанга проводили один раз в три дня из расчета 3–4,2 г корма на одну особь (6 % корма от массы тела животного).

Влияние экспериментальных рецептов на привес массы трепанга был проведен через 60 и 103 дня после начала эксперимента (период с 09.06.2016 по 22.09.2016).

Проведенные измерения показали, что за 60 дней эксперимента использование рецептов № 1–5 способствовало повышению привеса на 4,51–6,55 г (рис. 1).

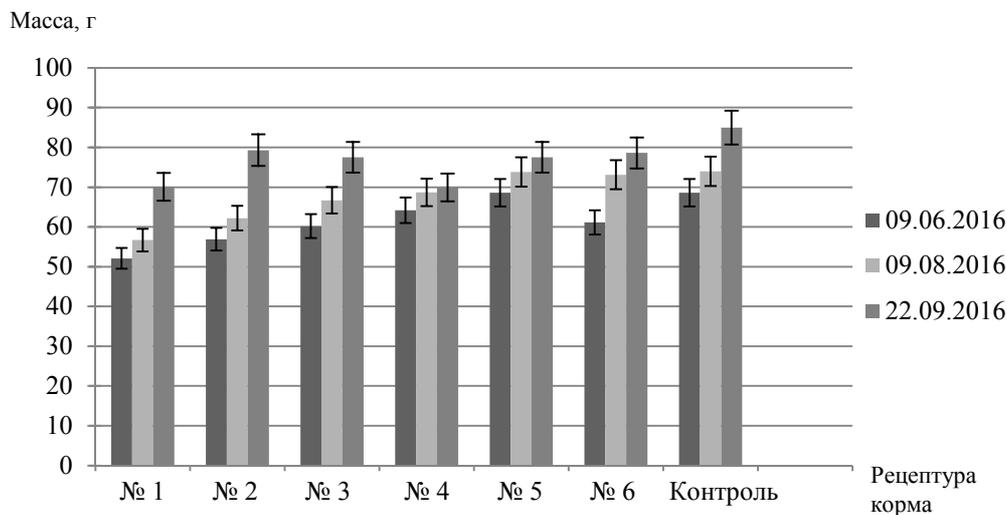


Рис. 1. Влияние экспериментальных рецептов на прирост массы трепанга в садках

Аналогичный результат был получен для контрольной рецептуры корма. В то же время корм № 6, с высоким содержанием холестерина и ДНК, оказался наиболее эффективным и способствовал приросту массы трепанга на 12,0 г. Следует отметить, что экспериментальная рецептура корма № 6 показывала наибольший среднесуточный привес за 60 дней эксперимента, равный 0,33 %.

Для остальных экспериментальных рецептов среднесуточный привес массы трепанга варьировал в пределах 0,12–0,18 %.

Таким образом, за первые 60 дней эксперимента наиболее эффективным оказался корм с внесением ДНК из молок лососевых и холестерина.

Дальнейшее скармливание трепангу экспериментальных рецептов в течение 44 дней (до 22.09.2016) выявило иную тенденцию прироста массы тела трепанга. Наибольший привес массы тела трепанга выявлен при использовании рецептов с холестерином (корма № 1 и 2) – на 13,4–17,1 г – и рецептуры корма № 3 с ДНК – на 10,8 г. Использование указанных рецептов кормов давало также высокие среднесуточные приросты массы: корм № 1 – 0,54 %, корм № 2 – 0,63 %, корм № 3 – 0,37 %.

Сравнивая эффективность использования кормов в различные периоды летнего сезона, следует отметить, что наибольшие среднесуточные приросты массы трепанга отмечаются с августа по сентябрь. Полученные нами данные согласуются с данными из литературных источников, согласно которым наиболее интенсивный рост особей трепанга в возрасте 1–2 года наблюдается со второй половины августа по первую половину октября.

Обобщение данных за весь период эксперимента по кормлению трепанга в течение 103 дней позволило выявить некоторые закономерности использования экспериментальных рецептур кормов (рис. 2).

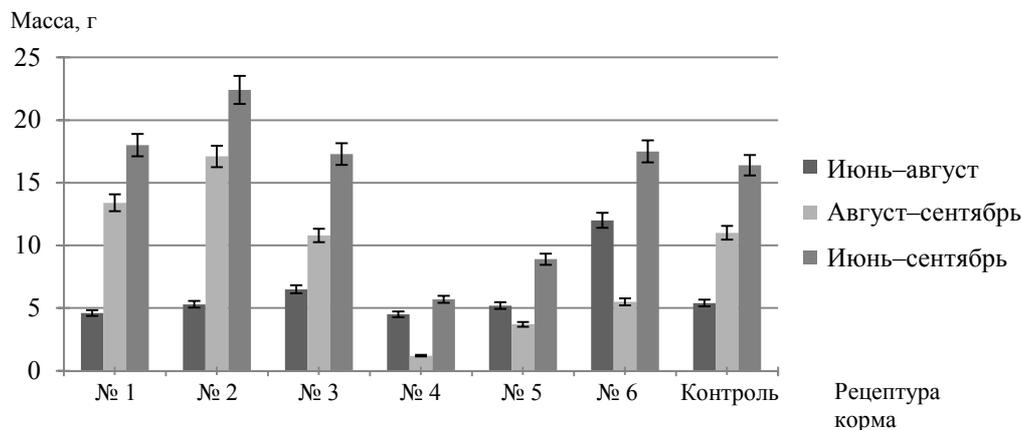


Рис. 2. Динамика привеса массы трепанга

Во-первых, наибольший прирост массы трепанга зафиксирован при использовании корма № 2 (биологически активное вещество (БАВ) холестерин в дозировке 40 г/кг корма) – 22,4 г. Прирост массы в диапазоне 17,4–18,0 г достигнут при использовании кормов № 1 (БАВ холестерин в дозировке 20 г/кг корма), № 3 (БАВ ДНК из молок лососевых в дозировке 1 г/кг корма) и № 6 (со смешанным составом БАВ).

Расчет среднесуточных привесов за весь период эксперимента позволяет заключить, что наиболее эффективными для подращивания трепанга являются корма, содержащие холестерин. Следует также отметить, что эффективность кормов не зависела от количества внесенного в рецептуру холестерина.

Общая тенденция влияния компонентов корма на привес трепанга сохранялась в течение всего эксперимента: эффективность кормов со смесью БАВ (№ 5 и 6) оставалась высокой. Однако к окончанию эксперимента были выявлены рецептуры кормов, состав которых позволяет объяснить их эффективность. Так, было выявлено, что корма с высоким содержанием холестерина (№ 2) и низким содержанием ДНК (№ 3) не уступали по своей эффективности кормам, в состав которых входит смесь БАВ. На основании приведенных данных можно сделать заключение о перспективности применения ДНК из молок лососевых в рецептурах кормов в качестве стимулятора обменных процессов и холестерина в качестве пластического и энергетического материала.

Проведена оценка некоторых биохимических показателей и их динамики в процессе эксперимента по выращиванию садкового трепанга на экспериментальных рецептурах кормов. Сравнение биохимических показателей проводили при закладке посадочного материала и по окончании эксперимента.

Проведена сравнительная характеристика динамики показателей фракционного состава в зависимости от состава корма (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав тканей трепанга

Образец	Содержание гексозаминов, %	Содержание белка, мг/г ткани		
		Водорастворимые	Солерастворимые	Щелочерастворимые
Стартовый материал	0,79 ± 0,030	0,65 ± 0,028	0,14 ± 0,007	3,4 ± 0,170
№ 1	0,7 ± 0,035	3,5 ± 0,140	2,0 ± 0,090	8,3 ± 0,370
№ 2	1,9 ± 0,080	2,7 ± 0,100	1,0 ± 0,040	9,3 ± 0,279
№ 3	1,2 ± 0,060	3,9 ± 0,156	2,1 ± 0,105	5,7 ± 0,256
№ 4	1,8 ± 0,090	4,3 ± 0,200	2,5 ± 0,100	8,0 ± 0,320
№ 5	1,2 ± 0,059	3,3 ± 0,165	1,4 ± 0,070	7,5 ± 0,225
№ 6	1,7 ± 0,085	4,7 ± 0,188	2,2 ± 0,088	8,1 ± 0,405
Контроль	1,5 ± 0,060	4,9 ± 0,245	2,6 ± 0,117	9,6 ± 0,432

Проведенные исследования показали, что по количественному составу экстрактивных белков преобладает фракция щелочерастворимых белков стромы. В наименьшем количестве в мускульном мешке трепанга содержатся миофибриллярные белки.

В условиях эксперимента по подращиванию трепанга на экспериментальных кормах была проведена оценка изменений состава экстрактивных белков через 103 дня после начала эксперимента.

Проведенные исследования показали, что наибольшее влияние экспериментальные корма оказывали на увеличение количества миофибриллярных белков. Наименьшее влияние экспериментальные рецептуры кормов оказывали на увеличение количества щелочерастворимых белков, к которым относится коллаген.

Из результатов детального анализа экспериментальных данных следует, что накопление саркоплазматических белков наиболее активно (в 7,5 раз) происходит при использовании высокобелкового корма (корм-контроль) и корма с внесением смеси БАВ (корм № 6) (в 7,2 раза). Также достаточно высокоэффективными оказались корма № 3 и 4, скармливание которых способствовало увеличению водорастворимых белков в 6,0 и 6,6 раз соответственно. Наименьший эффект на увеличение количества саркоплазматических белков оказывала рецептура № 2, отличающаяся высоким содержанием холестерина.

Динамика показателя количественного содержания миофибриллярных белков свидетельствует о том, что наибольшее влияние на содержание солерастворимых белков оказывает корм контрольной группы и корм № 4. Содержание белков этой фракции увеличивалось в 18,2 и 17,5 раз соответственно. Ко второй группе кормов, по эффекту влияния на данный показатель, относятся корм № 3 (увеличение в 14,6 раз) и корм № 2 (увеличение в 13,9 раз). Анализ полученных данных свидетельствует о том, что динамика данного показателя в большей степени определяется белковой компонентой корма.

Наименьшее влияние рецептура кормов оказывала на показатель содержания щелочерастворимых белков в мышечной ткани трепанга. Так, максимальное увеличение (в 2,7–2,8 раз) отмечено при использовании корма № 2 и контрольного корма. Немного меньшую эффективность продемонстрировали корма № 1, 4 и 6: было отмечено увеличение количественного содержания белков щелочерастворимой фракции в 2,4 раза.

Обобщая результаты по динамике фракционного состава белков, следует отметить, что максимальное влияние на увеличение экстрактивных белков оказывал корм стартовой рецептуры.

Компонентом межклеточного матрикса мускульной ткани являются гексозамины. При увеличении концентрации холестерина в корме количество гексозаминов возрастает в 2,7 раз (корм № 1 в сравнении с кормом № 2). Увеличение содержания ДНК в корме (корм № 3 / корм № 4) приводило к увеличению данного показателя в 1,5 раза. Следует отметить, что эта тенденция сохраняется и при сравнении кормов со смесью БАВ (корм № 5 / корм № 6): показатель содержания гексозаминов увеличивался в 1,4 раза.

Экспериментальные данные свидетельствуют о высокой эффективности кормов с добавлением БАВ. Как известно, холестерин в организме голотурий 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 принимает участие в синтезе гормонов, желчных кислот и витамина D [17]. В организме голотурий холестерин является основным химическим веществом, из которого синтезируются тритерпеновые гликозиды. Гликозиды, помимо защитной (токсичной для хищников) функции, выполняют роль иммуномодулятора, антимикробного и антигрибкового вещества, способствующего выживанию голотурий в водной среде. Поэтому использование холестерина для приготовления кормов трепанга целесообразно.

Обоснование использования в качестве биологически активного компонента ДНК молок рыб основывается на данных о ее использовании в целях профилактики инфекционных заболеваний [18], активации репарационных процессов [19]. Анализ данных показывает, что биологическая активность ДНК основывается на интенсификации и коррекции внутриклеточного метаболизма всех систем организма, а также регуляции количественного состава клеток и межклеточных взаимоотношений, их активации в норме и патологии [20].

Выводы

Таким образом, результаты экспериментальных исследований по применению кормов для трепанга садкового выращивания с использованием холестерина и ДНК из молок лососевых

подтвердили высокие биостимулирующие свойства этих биологически активных веществ. Полученные результаты могут быть применены в условиях искусственного культивирования трепанга в марикультуре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jo J., Park C., Kim M., Park C. Phylogenetic Analysis of the Three Color Variations of the Sea Cucumber *Apostichopus japonicus* // J. Aquac. Res. Development. 2016. Vol. 7 (2). P. 3–8.
2. Bai Y., Zhang L., Liu S., Ru X., Xing L., Cao X., Zhang T., Yang H. The effect of salinity on the growth, energy budget and physiological performance of green, white and purple color morphs of sea cucumber, *Apostichopus japonicus* // Aquaculture. 2015. Vol. 437. P. 297–303.
3. Duan X., Zhang M., Mujumdar A. S., Wang S. Microwave freeze drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*) // J. Food Eng. 2010. No. 96. P. 491–497.
4. Kariya Y., Mulloy B., Imai K., Tominaga A., Kaneko T., Asari A., Suzuki K., Masuda H., Kyogashima M., Ishii T. Isolation and partial characterization of fucan sulfates from the body wall of sea cucumber *Stichopus japonicus* and their ability to inhibit osteoclastogenesis // Carbohydr. Res. 2004. Vol. 339. P. 1339–1346.
5. Lu Y., Zhang B. Y., Dong Q., Wang B. L., Sun X. B. The effects of *Stichopus japonicus* acid mucopolysaccharide on the apoptosis of the human hepatocellular carcinoma cell line Hep G2 // Am. J. Med. Sci. 2010. Vol. 339. P. 141–141.
6. Zhou X., Wang C., Jiang A. Antioxidant peptides isolated from sea cucumber *Stichopus japonicus* // Eur. Food Res. Technol. 2012. Vol. 234. P. 441–447.
7. Yang J., Wang Y., Jiang T., Lu L., Zhang B., Lv Z. Depolymerized glycosaminoglycan and its anticoagulant activities from sea cucumber *Apostichopus japonicus* // Int. J. Biol. Macromol. 2015. Vol. 72. P. 699–705.
8. Гаврилова Г. С., Кучерявенко А. В. Товарное выращивание дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* в заливе Петра Великого: методические особенности, результаты работы хозяйства марикультуры в бухте Суходол // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 162. С. 342–354.
9. Okorie E. O., Ko S. H., Go S. G., Lee S. H., Bae J. Y., Han K. M., Bai S. C. Preliminary study of the optimum dietary ascorbic acid level in sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // J. World Aquacult Soc. 2008. No. 39. P. 758–765.
10. Seo J. Y., Kim D. G., Kim G. U., Cho S. S., Park H. G., Lee S. M. Effect of different substrates in the rearing tank on growth and body composition of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* // J. Aquacult. 2009. No. 22. P. 118–121.
11. Choi J., Seo J. Y., Lee S. M. Effects of sources and levels of dietary carbohydrate on growth and body composition of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* // Kor. Soc. Fish Aquat Sci. 2009. No. 12. P. 203–208.
12. Anisuzzaman M., U-Cheol J., Feng J., Choi J.-K., Kabery K., Lee D., Yu H., Kang S.-J. Effects of different algae in diet on growth and interleukin (IL)-10 production of juvenile sea cucumber *Apostichopus Japonicus* // Fisheries and Aquatic Sciences. 2017. P. 20–24.
13. Joo-Young S., Jin C., Sang-Min L. Influences of Dietary Lipid Source on the Growth and Fatty Acid Composition of Juvenile Sea Cucumber *Apostichopus japonicus* // Fish. Aqua Sci. 2010. No. 13 (2). P. 127–132.
14. Левин В. С. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Голанд, 2000. 200 с.
15. Sakami Y. Mass Production of Artificial Seed of the Japanese Common Sea Cucumber (*Apostichopus japonicus*) in Hokkaido, Japan // Bull. Fish. Res. Agen. 2015. No. 40. P. 129–134.
16. Lowry O., Rosenbrough N., Parr A., Randall R. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. Vol. 193. No. 1. P. 265–276.
17. Фармакопейная статья № 42-1286-99. Хонсурид.
18. Рыбакова Г. В. Холестерин и его влияние на организм // Вестн. НГИЭИ. 2011. № 4 (5). Т. 2. С. 46–53.
19. Пат. РФ № 2063228. Способ лечения нарушений гемопоэза / Вайнберг Ю. П., Каплина Э. Н., заявл. 04.02.1993; опубл. 15.08.1994.
20. Белоус А. М., Годин В. П., Панков Е. Я. Экзогенные нуклеиновые кислоты и восстановительные процессы. М.: Медицина, 1974. 200 с.

Статья поступила в редакцию 05.12.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ковалев Николай Николаевич – Россия, 690087, Владивосток; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; г-р биол. наук; профессор кафедр пищевой биотехнологии; kovalevnn61@yandex.ru.

Позднякова Юлия Михайловна — Россия, 690087, Владивосток; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; канд. техн. наук; директор НИИ Инновационных биотехнологий; pozdnyakova.julia@yandex.ru.

Лескова Светлана Евгеньевна — Россия, 690087, Владивосток; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; канд. биол. наук; доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры; svetaleskova@mail.ru.



N. N. Kovalev, Yu. M. Pozdnyakova, S. E. Leskova

SUBSTANTIATION OF THE USE OF BIOACTIVE COMPONENTS IN THE FORMULATION OF FEEDS FOR THE FAR EASTERN TREPANG IN THE CONDITIONS OF ARTIFICIAL BREEDING IN MARICULTURAL ENTERPRISES

Abstract. Approbation of feed efficiency for Far Eastern trepang of cage culture was carried out using biostimulating components: cholesterol and DNA of salmon milt. Experiment was carried out in 6 groups of animals (correspondingly, feeds №№ 1-6) with starting weight 50-70 g. Control measurement was made in 60 and 103 days after beginning the experiment. It has been experimentally established that the largest weight gain of trepan (22.4 g) was observed when using feed containing cholesterol at a dosage of 40 g/kg of feed (feed № 2). Formulations using cholesterol with a dosage of 20 g/kg of feed (feed № 1), DNA of salmon milt at a dosage of 1 g/kg (feed № 3) and feed with a mixed bioactive substances composition (feed № 6). Studies of the chemical composition of trepang tissues showed that the greatest effect of experimental feeds resulted in the increase of myofibrillar proteins. The least influenced by bioactive substances were alkali-soluble proteins, to which collagen relates. Accumulation of sarcoplasmic proteins was most active when using high-protein feed (control) and feed № 6 with a mixture of bioactive substances: increase by 7.5 and by 7.2 times, correspondingly. Also, feeds using DNA at dosages of 1 and 5 g/kg (№ 3 and 4), proved to be highly effective, feeding them increased the water-soluble proteins by 6.0 and 6.6 times, correspondingly. Formulation characterized by high concentration of cholesterol didn't show increasing number of sarcoplasmic proteins. Concentration of hexosamines in trepan tissues rose 2.7 times due to increased cholesterol concentration in feeds. An increase in DNA content in feeds leads to an increase of hexosamine by 1.5 times. This effect is observed when comparing feeds with a mixture of bioactive substances. Experimental data indicate high efficiency of trepang feeds with addition of bioactive substances - cholesterol and DNA of salmon milt.

Key words: trepang, feeds, cages, bioactive substances, cholesterol, DNA of salmon milt.

REFERENCES

1. Jo J., Park C., Kim M., Park C. Phylogenetic Analysis of the Three Color Variations of the Sea Cucumber *Apostichopus japonicus*. *J. Aquac. Res. Development*, 2016, vol. 7 (2), pp. 3-8.
2. Bai Y., Zhang L., Liu S., Ru X., Xing L., Cao X., Zhang T., Yang H. The effect of salinity on the growth, energy budget and physiological performance of green, white and purple color morphs of sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. *Aquaculture*, 2015, vol. 437, pp. 297-303.
3. Duan X., Zhang M., Mujumdar A. S., Wang S. Microwave freeze drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*). *J. Food Eng.*, 2010, no. 96, pp. 491-497.
4. Kariya Y., Mulloy B., Imai K., Tominaga A., Kaneko T., Asari A., Suzuki K., Masuda H., Kyogashima M., Ishii T. Isolation and partial characterization of fucan sulfates from the body wall of sea cucumber *Stichopus japonicus* and their ability to inhibit osteoclastogenesis. *Carbohydr. Res.*, 2004, vol. 339, pp. 1339-1346.
5. Lu Y., Zhang B.Y., Dong Q., Wang B. L., Sun X. B. The effects of *Stichopus japonicus* acid mucopolysaccharide on the apoptosis of the human hepatocellular carcinoma cell line Hep G2. *Am. J. Med. Sci.*, 2010, vol. 339, pp. 141-141.
6. Zhou X., Wang C., Jiang A. Antioxidant peptides isolated from sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Eur. Food Res. Technol.*, 2012, vol. 234, pp. 441-447.
7. Yang J., Wang Y., Jiang T., Lu L., Zhang B., Lv Z. Depolymerized glycosaminoglycan and its anticoagulant activities from sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Int. J. Biol. Macromol.*, 2015, vol. 72, pp. 699-705.

8. Gavrilova G. S., Kucheriavenko A. V. Tovarnoe vyrashchivanie dal'nevostochnogo trepanga *Apostichopus japonicus* v zalive Petra Velikogo: metodicheskie osobennosti, rezul'taty raboty khoziaistva marikul'tury v bukhte Sukhodol [Commercial breeding of the Far-East trepang *Apostichopus japonicus* in Peter the Great Gulf: methodological features, working results of a maricultural enterprise in the gulf Sukhodol]. *Izvestiia TINRO*, 2010, vol. 162, pp. 342-354.
9. Okorie E. O., Ko S. H., Go S. G., Lee S. H., Bae J. Y., Han K. M., Bai S. C. Preliminary study of the optimum dietary ascorbic acid level in sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *J. World Aquacult Soc.*, 2008, no. 39, pp. 758-765.
10. Seo J. Y., Kim D. G., Kim G. U., Cho S. S., Park H. G., Lee S. M. Effect of different substrates in the rearing tank on growth and body composition of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *J. Aquacult.*, 2009, no. 22, pp. 118-121.
11. Choi J., Seo J. Y., Lee S. M. Effects of sources and levels of dietary carbohydrate on growth and body composition of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Kor. Soc. Fish Aquat Sci.*, 2009, no. 12, pp. 203-208.
12. Anisuzzaman M., U-Cheol J., Feng J., Choi J.-K., Kabery K., Lee D., Yu H., Kang S.-J. Effects of different algae in diet on growth and interleukin (IL)-10 production of juvenile sea cucumber *Apostichopus Japonicus*. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 2017, pp. 20-24.
13. Joo-Young S., Jin C., Sang-Min L. Influences of Dietary Lipid Source on the Growth and Fatty Acid Composition of Juvenile Sea Cucumber *Apostichopus japonicus*. *Fish. Aqua Sci.*, 2010, no. 13 (2), pp. 127-132.
14. Levin V. S. *Dal'nevostochnyi trepang. Biologiia, promysel, vosproizvodstvo* [Far-Eastern trepang. Biology, fisheries, reproduction]. Saint-Petersburg, Goland Publ., 2000. 200 p.
15. Sakami Y. Mass Production of Artificial Seed of the Japanese Common Sea Cucumber (*Apostichopus japonicus*) in Hokkaido, Japan. *Bull. Fish. Res. Agen.*, 2015, no. 40, pp. 129-134.
16. Lowry O., Rosenbrough N., Parr A., Randall R. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951, vol. 193, no. 1, pp. 265-276.
17. Farmakopeinaia stat'ia № 42-1286-99. *Khonsurid* [Pharmacopoeial article No.42-1286-99. Chonsurid].
18. Rybakova G. V. Kholesterin i ego vliianie na organizm [Cholesterol and its impact on the organism]. *Vestnik NGIEI*, 2011, no. 4 (5), vol. 2, pp. 46-53.
19. Vainberg Iu. P., Kaplina E. N. *Sposob lecheniia narushenii gemopoeza* [Methods of treatment of hematoipoiesis disorders]. Patent RF, no. 2063228, 15.08.1994.
20. Belous A. M., Godin V. P., Pankov E. Ia. *Ekzogennye nukleinovye kisloty i vosstanovitel'nye protsessy* [Exogenous nucleic acids and rehabilitation processes]. Moscow, Meditsina Publ., 1974. 200 p.

The article submitted to the editors 05.12.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kovalev Nikolai Nikolayevich – Russia, 690087, Vladivostok; Far Eastern State Technical Fisheries University; Doctor of Biology; Professor of the Department of Food Biotechnology; kovalevnn61@yandex.ru.

Pozdnyakova Yuliya Mihaylovna – Russia, 690087, Vladivostok; Far Eastern State Technical Fisheries University; Candidate of Technical Sciences; Head of the Research Institute of Innovative Biotechnology; pozdnyakova.julia@yandex.ru.

Leskova Svetlana Evgenyevna – Russia, 690087, Vladivostok; Far Eastern State Technical Fisheries University; Candidate of Biology; Assistant Professor of the Department of Water Bioresources and Aquaculture; svetaleskova@mail.ru.

