

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ И ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ / PHYSICAL-CHEMICAL AND GENERAL BIOLOGY

Оригинальная статья / Original article

УДК 639.55:664

DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-3-92-98

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕПАНГА КАК ЦЕННОГО ОБЪЕКТА АКВАКУЛЬТУРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛЕЗНЫХ ПРОДУКТОВ

© С.Н. Максимова, А.Г. Ким, Е.В. Федосеева, Д.В. Полещук

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Российская Федерация, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52 Б.

*Актуальность обусловлена развитием рыбного хозяйства и, как следствие, аквакультурных хозяйств на Дальнем Востоке Российской Федерации. В качестве одного из объектов аквакультуры рассмотрен трепанг дальневосточный, который востребован на рынке стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Цель работы – обосновать целесообразность получения пищевых продуктов для здорового питания из дальневосточного трепанга (*Stichopus japonicus*). В работе представлены результаты оценки физических, химических, биологических и микробиологических свойств трепанга, выращенного в бухте Северная Хасанского района Приморского края. Приведен массовый состав трепанга, выловленного в весенний и осенний периоды. Помимо общего химического состава исследовано содержание в мышечной ткани трепанга таких физиологически ценных веществ, как тритерпеновые гликозиды, аminosахара (глюкозамин, галактозамин). Высокая биологическая активность указанных компонентов позволяет отнести трепанг дальневосточный к ценным биологическим объектам. В целом результаты экспериментальных исследований по оценке массового, химического составов и показателей безопасности трепанга дальневосточного подтверждают целесообразность получения из него физиологически полезных пищевых продуктов.*

Ключевые слова: трепанг дальневосточный, химический состав, тритерпеновые гликозиды, биологическая ценность.

Формат цитирования: Максимова С.Н., Ким А.Г., Федосеева Е.В., Полещук Д.В. Характеристика трепанга как ценного объекта аквакультуры для получения физиологически полезных продуктов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7, N 3. С. 92–98. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-3-92-98

CHARACTERISTICS OF SEA CUCUMBERS AS A VALUABLE AQUACULTURE OBJECT FOR OBTAINING PHYSIOLOGICALLY USEFUL PRODUCTS

© S.N. Maksimova, A.G. Kim, E.V. Fedoseeva, D.V. Poleshchuk

Far Eastern State Technical Fisheries University,
52 B, Lugovaya St., Vladivostok, 690087, Russian Federation

*The relevance of the study is determined by the development of the fishing industry and, as a result, aquaculture farms in the Far East of the Russian Federation. Far Eastern sea cucumber (tre-pang) is considered as one of the objects of aquaculture, which is of a great demand in the market of the countries of the Asia-Pacific region. The aim of the work is to substantiate the expedi-ency of obtaining food products for healthy nutrition from the Far Eastern sea cucumber (*Stichopus japonicus*). The paper presents the assessment results of the physical, chemical, biological and microbiological properties of sea cucumbers grown in the North-ern bay of Khasansky district of Primorsky Krai. The mass com-position of cucumbers produced in the spring and autumn periods is given. In addition to the general chemical composition, the con-tent of such physiologically valuable substances as triterpene gly-cosides, aminosugar (glucosamine, galactosamine) in the sea cu-cumber's muscle tissues was studied. The high biological potency of these components makes it possible to assign the Far Eastern sea cucumber to valuable biological objects. In general, the results of ex-*

perimental studies on the evaluation of the mass, chemical composition and safety parameters of the Far Eastern sea cucumber confirm the expediency of obtaining physiologically useful food products from it.

Keywords: sea cucumber, chemical compound, triterpenoid saponins, biological value

For citation: Maksimova S.N, Kim A.G., Fedoseeva E.V., Poleschuk D.V. Characteristics of sea cucumbers as a valuable aquaculture object for obtaining physiologically useful products. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya* [Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology]. 2017, vol. 7, no 3, pp. 92–98 (in Russian). DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-3-92-98

ВВЕДЕНИЕ

Экономический центр мирового хозяйства в настоящее время смещается в сторону Азиатско-Тихоокеанского региона с увеличением его доли в валовом мировом продукте и международной торговле. В связи с этим увеличивается значимость Дальневосточного региона, который обладает уникальным географическим положением, мощнейшей сырьевой базой и научно-техническим потенциалом. В рамках федеральной целевой программы по развитию Дальнего Востока на период до 2025 года большое внимание Правительства РФ уделяется рыбной отрасли, в связи с этим была принята Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года. Указанная концепция выделяет аквакультуру как перспективное направление развития рыбного хозяйства¹.

Приморский край, обладая уникальным географическим положением, способен стать локомотивом развития рыбной отрасли на Дальнем Востоке за счет создания аквакультурных хозяйств, ориентированных как на внутренний рынок, так и на развивающиеся потребности рынка стран АТР.

Особое внимание среди объектов аквакультуры привлекает трепанг дальневосточный (*Stichopus japonicus*), который обладая лекарственной ценностью, уникальным пищевым составом, стимулирующими и укрепляющими свойствами пользуется повышенным спросом в Японии, Корее, Китае. Следует отметить, что КНР является основным потребителем продукции из трепанга.

В Приморском крае одним из ведущим предприятий по разведению трепанга является Научно-производственный департамент марикультуры (НПДМ) ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», расположенный в бухте Северная Хасанского

района. Ежегодный объем выращиваемой НПДМ молоди составляет около 6 млн. штук.

Цель работы – исследование физических, химических, биологических и микробиологических показателей трепанга, выращенного в бухте Северная Хасанского района Приморского края для дальнейшего использования его в технологии физиологически полезных продуктов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве объекта исследований был использован трепанг дальневосточный (*Stichopus japonicus*) искусственного разведения (база НПДМ ФГБОУ ВО Дальрыбвтуз, бухта Северная Славянского залива Японского моря). Средняя масса особей составляла 116,2 г., средняя длина — 14,94 см. Выход мышечной ткани составил 60,4%.

Общий химический состав мышечной ткани трепанга дальневосточного определяли в соответствии с ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные, водоросли и продукты их переработки. Методы анализа».

Определение общего содержания белкового азота проводили по методу Кьельдаля с использованием автоматического анализатора Kjeltec 2300 («Foss», Швеция).

Аминокислотный состав белков определяли на аминокислотном анализаторе Hitachi L-8800 методом жидкостной хроматографии в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

Из показателей безопасности определяли содержание токсичных элементов в соответствии с ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов».

Определение количества тритерпеновых гликозидов проводили спектрофотометрически, по методу Аминина [1].

Определение количества аминсахаров проводили согласно ФС 42-1785-96, а так же в соответствии с руководством Р 4.1.1672-03² [2].

¹ Распоряжение Правительства РФ от 02.09.2003 N 1265-р (ред. от 21.07.2008) «О Концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года». The arrangement of RF Government, 02.09.2003 N 1265-p (ed. 21.07.008) «About conception of developing fish economy in Russian federation for the period until 2020 year».

² Р 4.1.1672-03 Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России,

Калибровочный график был построен по глюкозамину.

Определение количества коллагена проводили по стандартной методике [3]. В качестве стандарта для построения калибровочного графика использовался оксипролин.

Биотестирование трепанга (мышечной ткани и внутренностей) осуществляли путем определения относительной биологической ценности (ОБЦ) с использованием реснитчатой инфузории *Tetrahymena pyriformis*.

Для проведения анализа навеску исследуемого образца помещали в ступку, добавляли углеводно-солевую дрожжевую среду в количестве, обеспечивающем содержание 0,6 мг азота в 2 мл, растирали пестиком в течение 1–2 минут, полученную суспензию вносили в пробирки. Для инактивации посторонней микрофлоры пробирки прогревали в воде при температуре 80 °С в течение 20 мин. После охлаждения до температуры не выше 25 °С в стерильных условиях вносили в пробирки по 0,2 мл культуры инфузории *Tetrahymena pyriformis*. Посевы инкубировали при температуре 25–26 °С в течение 4–6 сут, ежедневно производя подсчет клеток.

Для определения количества выращенных на питательной среде инфузорий *Tetrahymena pyriformis* клетки фиксировали путем внесения в пробирку с культурой 5-% спиртового раствора йода и производили их подсчет в счетной камере Фукса-Розенталя при помощи микроскопа Микромед-2 (увеличение в 100 раз).

При определении ОБЦ в качестве эталона использовали контрольный продукт (гидролизат казеина, ТУ 9385-018-78095326-2006). Показатель ОБЦ определяли отношением числа клеток инфузорий, выросших на опытном продукте, к количеству инфузорий, выросших на контрольном продукте, выраженных в процентах.

Микробиологические показатели определяли в соответствии с «Инструкцией по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных»³.

2004. 240 с. Р4.1.1672-03. Р 4.1.1672-03 The direction of quality control and safety methods of biological active adds to food. М.: The Federal centre of state sanitary epidemiological inspection of Russian Health department, 2004. 240 p.

³Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных. Л.: Гипорыбфлот, 1991. 94 с.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе исследовали массовый, химический составы, биологическую ценность и показатели безопасности трепанга, выловленного в бухте Северная в осенний и весенний периоды.

Размерно-массовый состав трепанга представлен в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что исследованный трепанг отличается по массе в зависимости от периода вылова, причем весной масса трепанга на 23% выше, чем осенью. В целом особи, обитающие в бухте Северная Хасанского района, отличаются небольшими размерами. При этом внутренности составляют от общей массы от 14 до 17% в разные периоды вылова.

Общий химический состав трепанга, выловленного в бухте Северная в осенний и весенний периоды, представлен в табл. 2. Как видно из результатов, представленных в табл. 2, химический состав трепанга изменяется незначительно в зависимости от времени вылова. Вероятно это связано с биологическими особенностями развития и условиями обитания. В весеннее время в трепанге несколько выше содержание белка, но ниже количество липидов. Содержание минеральных веществ в трепанге в зависимости от сезона не изменяется.

Аминокислотный состав белков трепанга, исследованный у объектов, выловленных в осенний и весенний периоды, представлен в виде усредненных данных (табл. 3).

Аминокислотный анализ показал присутствие в мышечной ткани трепанга всех незаменимых аминокислот. Сравнение с эталоном ФАО/ВОЗ свидетельствует о дефиците лизина, метионина, лейцина и гистидина.

Внутренности трепанга отличаются более высокими показателями количества незаменимых аминокислот, а в отличие от мышечной ткани дефицит установлен только для суммы метионин+цистеин (относительное количество в % от эталона).

Для определения относительной биологической ценности (ОБЦ) использовали целый трепанг (мышечная ткань и внутренности). Установлено, что относительная биологическая ценность трепанга не зависит от времени вылова и в среднем составляет 62%.

В результате исследований определено содержание токсичных элементов в мышечной ткани трепанга, которое значительно ниже пре-

Instruction of sanitary-microbiological control of food production from the fish and marine invertebrates. Leningrad, Giproribflot, 1991. 94 p.

Таблица 1

Размерно-массовый состав трепанга

Table 1

Size and mass composition of sea cucumber

Сезон	Общая масса (средняя), г	Количество внутренностей, % от общей массы
Осень	118	14–16
Весна	153	15–17

Таблица 2

Химический состав (средние значения) трепанга, %

Table 2

Chemical composition of sea cucumber (average value), %

Сезон	Вода	Белок	Липиды	Минеральные вещества	Углеводы
Осень	93,9	2,7	0,5	3,0	2,79
Весна	93,0	3,8	0,1	3,1	1,87

Таблица 3

Аминокислотный состав белков образцов, % к белку

Table 3

Amino-acid composition of protein, % on protein

Аминокислота	Мышечная ткань	Внутренности	Эталон ФАО/ВОЗ, г/100г белка
Thr	4,77	5,12	2,3
Ile	3,17	4,36	3,0
Leu	4,40	8,75	5,9
Val	3,82	5,00	3,9
Lys	3,14	7,27	4,5
His	1,04	2,01	1,5
Tyr + Phe	2,53 + 1,09	2,26 + 5,08	3,8
Met + Cys	0,44 + 0,27	0,62 + 1,05	2,2
Сумма НАК	24,67	41,52	27,1
Glu	15,81	15,88	–
Gly	13,85	5,61	–
Ala	6,34	5,00	–
Asp	9,75	10,19	–
Ser	4,40	4,97	–
Arg	7,62	6,95	–
Pro	16,10	7,43	–
Сумма ЗАК	73,87	56,03	–
Сумма АК	98,54	97,55	–

Характеристика трепанга как ценного объекта аквакультуры...

дельно допустимого СанПин уровня (табл. 4). Микробиологические показатели трепанга (из бухты Северной), представленные в табл. 5, свидетельствуют о его низкой микробиальной обсемененности.

Кроме того, в мышечных тканях трепанга были определены (табл. 6) такие физиологически значимые показатели, как содержание тритерпеновых гликозидов, аминсахаров и коллагена, которые свидетельствуют о том, что этот объект является источником биологи-

чески активных веществ и пищевых волокон.

Содержащиеся в трепанге тритерпеновые и стероидные гликозиды обладают противоопухолевой, цитостатической, иммуномодулирующей, гемолитической и антигрибковой активностью [4], аминсахара (глюкозамин и галактозамин) применяются при лечении сердечно-сосудистых заболеваний и способны задерживать рост злокачественных образований [5].

Таблица 4

Содержание токсичных элементов, мг/кг

Table 4

Content of toxic elements, %

Продукция	Наименование элемента	Содержание, мг/кг	Допустимое значение содержания токсичных элементов, мг/кг
Трепанг–сырец	Свинец	0,17 ± 0,08	не более 10,0
	Мышьяк	0,29 ± 0,12	не более 5,0
	Кадмий	0,018 ± 0,008	не более 2,0
	Ртуть	0,069 ± 0,034	не более 0,2

Таблица 5

Микробиологические показатели мышечной ткани трепанга

Table 5

Microbiologic characteristics of sea cucumber tissue

Показатель	Содержание	Значение показателя по НД *
Количество мезофильных аэробных факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/г	3,2 x 10 ²	1,0 x 10 ⁵ (не более)
Бактерии группы кишечной палочки (колиформы) в 1 г.	не обнаружено	не допускается
<i>S. aureus</i> в 1 г.	не обнаружено	не допускается
Сульфитредуцирующие клостридии, в 1 г.	не обнаружено	не допускается
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г.	не обнаружено	не допускается

*СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»; СанПиН 2.3.2. 1280-03 «Дополнения и изменения № 2».

Таблица 6

Содержание тритерпеновых гликозидов, аминсахаров и коллагена в мышечной ткани трепанга

Table 6

Content of triterpene glycosides, amino sugars and collagen in sea cucumber muscular tissue

Объект	Гликозиды, мкг/г	Аминсахара, мг/г	Коллаген, от общего количества белка, %
Трепанг–сырец	2,3	2,1	57,3

В целом дальневосточный трепанг содержит богатый набор биологически активных химических соединений, которые действуют раздельно или в комплексе, и обуславливают высокую фармакологическую ценность получаемых из него продуктов, позволяющих улучшить здоровье, предотвратить заболевания, уменьшить вредное воздействие на организм человека тех или иных нарушений метаболизма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования физических, химических, биологических свойств и микробиологических показателей трепанга, выращенного в бухте Северная Хасанского района Приморского края, установлена его высокая биологическая активность, которая обусловлена ценным аминокислотным составом и нали-

чием таких веществ, как тритерпеновые гликозиды и гексозамины.

Сравнение химического состава, показателей безопасности, количественного содержания физиологически ценных веществ трепанга, добываемого в бухте Северная, показало его сходство с объектами аквакультуры, изученными ранее и выловленными в других водоемах. Что позволяет применять к исследуемому сырью традиционные технологические приемы, гарантирующие сохранение биологической ценности получаемой из трепанга продукции.

Вышесказанное свидетельствует о перспективности дальнейшего изучения полезных свойств трепанга, а также целесообразности разработки из него новых технологий физиологически полезных пищевых продуктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аминин Д.Л., Шевцова Е.Б., Анисимов М.М., Кузнецова Т.А. Спектрофотометрическое определение стихопозида А из голотурии *Stichopus Japonicus* S. // *Антибиотики*. 1981. Т. 26, № 8. С. 585–588.

2. Слуцкая Т. Н., Леванидов И.П. Гексозаминсодержащие вещества голотурий и количественные изменения их в процессе производства пищевых продуктов // *Исследования по технологии рыбных продуктов*. Владивосток, 1977. С. 32–36.

3. Крылова Н.Н., Лясковская Ю.Н. Физико-химические методы исследования продуктов

животного происхождения. М.: Пищевая промышленность. 1965. С. 53–56.

4. Калинин В.И., Левин В.С., Стоник В.А. Химическая морфология: тритерпеновые гликозиды голотурий (Holothuroidea, Echinodermata). Владивосток: Дальнаука, 1994. 284 с.

5. Shiguo Chen., Changhu Xue et. al. Comparison of structures and anticoagulant activities of fucosylated chondroitin sulfates from different sea cucumbers // *Carbohydrate Polymers*. 2011. V. 83, I. 2. P 688–696.

REFERENCES

1. Aminin D.L., Shevtsova E.B., Anisimov M.M., Kuznetsova T.A. Spectrophotometric determination of stichopodidae A from the sea cucumber *Stichopus Japonicus* S. *Antibiotiki* [Antibiotics]. 1981, vol. 26, no. 8, pp. 585–588. (in Russian)

2. Slutskaia T.N., Levanidov I.P. Hexosamine-containing substances of holothurians and their quantitative changes in the process of food production. In: *Issledovaniya po tekhnologii rybnykh produktov* [Research on fish products technology]. Vladivostok, 1977, pp. 32–36. (in Russian)

3. Krylova N.N., Lyaskovskaya Yu.N. *Fiziko-khimicheskie metody issledovaniya produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya* [Physicochemical

methods for studying products of animal origin]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1965, pp. 53–56.

4. Kalinin V.I., Levin V.S., Stonik V.A. *Khimicheskaya morfologiya: triterpenovye glikozidy goloturii (Holothuroidea, Echinodermata)* [Chemical morphology: triterpene glycosides of holothurians (Holothuroidea, Echinodermata)]. Vladivostok: Dalnauka Publ., 1994, 284 p.

5. Shiguo Chen., Changhu Xue [et al.] Comparison of structures and anticoagulant activities of fucosylated chondroitin sulfates from different sea cucumbers. *Carbohydrate Polymers*. 2011, vol. 10, pp. 688–696.

Критерии авторства

Максимова С.Н., Ким А.Г., Федосеева Е.В., Полещук Д.В. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись.

Contribution

Maksimova S.N., Kim A.G., Fedoseeva E.V., Poleshchuk D.V. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Maksi-

Характеристика трепанга как ценного объекта аквакультуры...

Максимова С.Н., Ким А.Г., Федосеева Е.В., Полещук Д.В. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ **Принадлежность к организации**

Светлана Н. Максимова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
Д.т.н., профессор, зав. кафедрой
maxsvet61@mail.ru

Андрей Г. Ким

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
Аспирант
mail@andreykim.ru

Елена В. Федосеева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
К.т.н., доцент
elena-692008@mail.ru

Денис В. Полещук

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
К.т.н., доцент
tym1988@mail.ru

Поступила 11.11.2016

movs S.N., Kim A.G., Fedoseeva E.V., Poleshchuk D.V. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

AUTHORS' INDEX **Affiliations**

Svetlana N. Maksimova

Far Eastern State Technical Fisheries University,
Doctor of Engineering, Professor,
Head of the Department
maxsvet61@mail.ru

Andrei G. Kim

Far Eastern State Technical Fisheries University,
Postgraduate Student
mail@andreykim.ru

Elena V. Fedoseeva

Far Eastern State Technical Fisheries University,
Ph.D. (Engineering), Associated Professor
elena-692008@mail.ru

Denis V. Poleshchuk

(Far Eastern State Technical Fisheries University,
Ph.D. (Engineering), Associated Professor
tym1988@mail.ru

Received 11.11.2016