

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ / FOOD TECHNOLOGY

Оригинальная статья / Original article

УДК 639.55:664

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2227-2925-2018-8-1-122-128>**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУШЕНОГО ФОРМОВАННОГО ПРОДУКТА ИЗ ТРЕПАНГА****© С.Н. Максимова, Т.Н. Слуцкая, А.Г. Ким, Е.В. Федосеева, Е.М. Панчишина, Е.В. Суровцева**

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

Трепанг дальневосточный – биологически ценный объект аквакультуры и морского промысла на восточном побережье Российской Федерации. Производство пищевой продукции из трепанга, расширение ее ассортимента является актуальным на Дальнем Востоке. Важная технологическая задача – создание из трепанга продукта, имеющего функциональную направленность, с высокими потребительскими свойствами и пониженным содержанием влаги. Цель работы – разработка технологии сушеной продукции из трепанга дальневосточного, позволяющей сохранить его биологически активные химические соединения и получить готовый продукт пролонгированного срока хранения с высокими органолептическими характеристиками. В результате экспериментальных исследований обоснованы технологическая схема производства нового сушеного продукта из трепанга, его рецептура и технологические параметры процесса. На разработанный продукт утверждена СТО 00471515-054-2017 «Снеки из трепанга сушеные». Дана оценка качества готовой продукции по органолептическим и физико-химическим показателям, подтверждена ее биологическая ценность. Установлено, что снеки из трепанга сушеные по микробиологическим показателям соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Обоснован срок хранения сушеного формованного продукта из трепанга в герметичной упаковке.

Ключевые слова: трепанг дальневосточный, биологическая ценность, технология, сушка, снековая продукция.

Формат цитирования. Максимова С.Н., Слуцкая Т.Н., Ким А.Г., Федосеева Е.В., Панчишина Е.М., Суровцева Е.В. Обоснование и разработка технологии сушеного формованного продукта из трепанга // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2018. Т. 8, N 1. С. 122–128. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-1-122-128

SUBSTANTIATION AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING DRIED MOULDED SEA CUCUMBER PRODUCTS**© S.N. Maksimova, T.N. Slutskaya, A.g. Kim, E.V. Fedoseeva, E.M. Panchishina, E.V. Surovtseva**

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

Far Eastern sea cucumber is a biologically valuable object of aquaculture and marine fishing on the Eastern coast of the Russian Federation. The manufacture of food products from sea cucumber and expansion of the range of such products are relevant economic issues for the Far East. An important technological task is the creation of a sea cucumber product with a functional orientation, with attractive consumer properties and low moisture content. The aim of the work is to develop the technology for producing dried products from Far Eastern sea cucumbers, allowing their biologically active chemical compounds to be preserved and a ready product having a prolonged shelf life with high organoleptic characteristics to be obtained. As a result of experimental studies, a recipe, production scheme and technological parameters for a new dried sea cucumber product are substantiated. The developed product is approved by STO 00471515-054-2017 «Snacks from dried sea cucumber». The quality evaluation of the finished product according to its organoleptic and physico-chemical parameters is implemented, and its biological value is confirmed. Dried sea cucumber snacks meet the microbiological parameter requirements of EAEU TR 040/2016 «On the safety of fish and fish products». The shelf life of the dried moulded product from the sea cucumber in a sealed package is evaluated and confirmed.

Keywords: Far Eastern sea cucumber, biological value, technology, dryer, snack products

For citation. Maksimova S.N, Kim A.g., Fedoseeva E.V., Panchishina. E.M., Surovtseva E.V. Justification and development the technology of the dried formed product from the sea cucumber. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya* [Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. 2018, vol. 8, no 1, pp. 122–128. (In Russian) DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-1-122-128

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с концепцией развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года большое внимание следует уделять разработке и внедрению технологий, обеспечивающих рациональное использование водных биологических ресурсов (ВБР) и расширение ассортимента пищевых продуктов из сырья водного происхождения.

Вышесказанное особенно актуально для сушеной продукции из ВБР, которая на российском рынке представлена, в основном, за счет импорта и не в полной мере удовлетворяет требованиям отечественного спроса.

Актуальным на Дальнем Востоке является производство сушеной продукции из такого ценного объекта промысла, как трепанг дальневосточный, на основе технологий, обеспечивающих сохранение его биологически активных веществ.

В целом дальневосточный трепанг содержит богатый набор биологически активных химических соединений, которые обуславливают высокую физиологическую ценность получаемых из него продуктов, в том числе и сушеных [1–4]. В связи, с чем важной технологической задачей является создание из трепанга продукта, имеющего функциональную направленность, с высокими потребительскими свойствами и пониженным содержанием влаги.

Целью данной работы является разработка технологии сушеной продукции из трепанга дальневосточного, которая не только позволит сохранить его биологически активные и питательные компоненты, но и получить готовый продукт пролонгированного срока хранения с высокими органолептическими характеристиками.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Основным материалом в работе являлся трепанг Дальневосточный (*Stichopus japonicus*) искусственного разведения, выловленный в бухте Северная (п. Славянка). Исследуемые образцы доставляли в лабораторию в охлажденном состоянии, замораживали и хранили при температуре минус 18 °С [5].

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

Определение количества тритерпеновых гликозидов проводили спектрофотометрически,

по методу [6].

Определение количества аминсахаров проводили согласно ФС 42-1785-96, а так же в соответствии с руководством Р 4.1.1672-03, калибровочный график был построен по глюкозамину.

Биотестирование готовой продукции осуществляли путем определения относительной биологической ценности (ОБЦ, %) с использованием реснитчатой инфузории *Tetrahymena pyriformis* [7].

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

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе рассмотрены результаты экспериментальных исследований по разработке нового способа производства сушеной продукции из трепанга – измельченного формованного сушеного продукта типа снеков.

Снеки и чипсы относятся к нетрадиционным пищевым продуктам из ВБР, привлекательным по органолептическим свойствам и не требующим дополнительной кулинарной обработки. При производстве снеков сушке подвергается, как правило, измельченная, формованная мышечная или даже костная ткань, в сочетании с другими компонентами растительного или животного происхождения [8-10].

Технология снеков, включающая операции измельчения, смешивания и формования, позволяет моделировать состав готовой продукции с учетом современных требований к здоровой пище. С этой целью в состав рецептуры вводят функциональные минорные компоненты растительной природы [8].

В разрабатываемой технологии после измельчения трепанга (процесс повторяют дважды) и перед формованием полуфабриката осуществляют смешивание измельченной мышечной массы трепанга с компонентами, обладающими как технологическими, так и физиологическими свойствами (крахмал, семена льна, имбирь измельченный, аскорбиновая кислота и сахар).

Существующие способы сушки трепанга основаны на предварительной гидротермической обработке, что ведет к существенным потерям ценных веществ (прежде всего, гликозидов) [11-13]. Поэтому для сохранения нативных свойств ценного объекта в разрабатываемой

технологии исключена операция «варка».

Поскольку наиболее приемлемые для потребителя консистенция и вкусовые свойства рыбных снеков достигаются за счет снижения массовой доли воды, а для микробиологической стабильности содержание воды желательнее не выше 13%, обезвоживание полуфабриката в условиях эксперимента осуществляли до содержания воды не более 10%.

Сушку образцов осуществляли на электросушилке инфракрасного излучения «ЭСБИК 1 1,25/220» «Икар» с конвекцией воздуха при температуре в диапазоне от 30 до 70 °С.

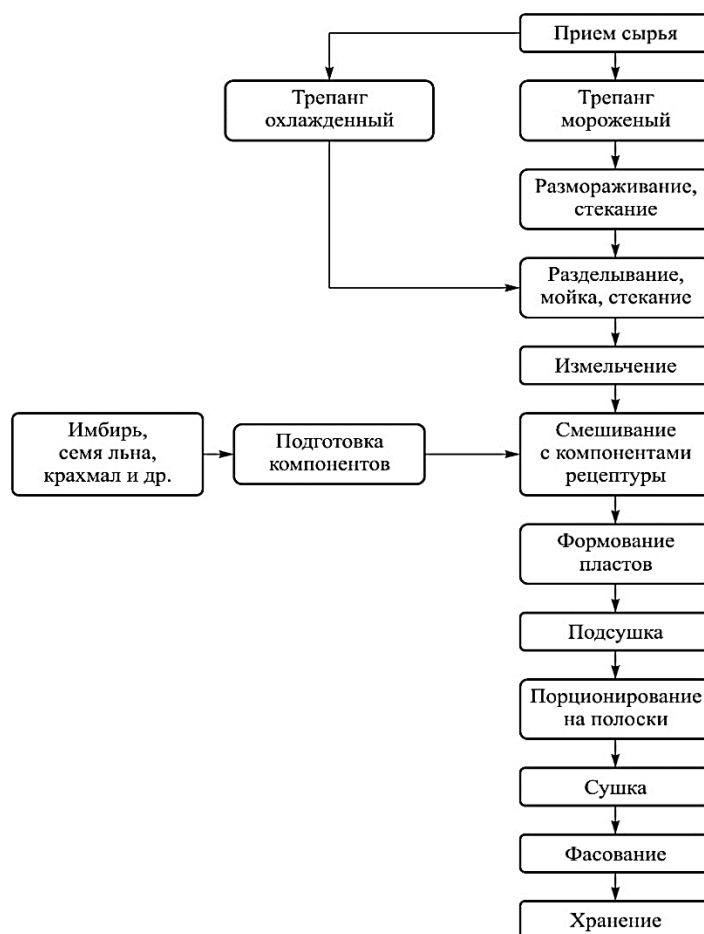
Экспериментальными исследованиями установлено, что процесс обезвоживания идет быстрее по мере увеличения температуры, достигнув наибольшей скорости при 50 °С. При этом полуфабрикат достигает заданного содержания влаги (10%) за 4,5 ч.

Известно, что высокотемпературная обработка приводит к потере биологической ценности сушеного объекта. Так, результаты экспериментальных исследований показали, что величина показателя относительной биологической ценности снеков из трепанга, высушенных при

температуре 50 °С, составляет 76,7%, тогда как при 70 °С – 26,7%. На основании полученных результатов рациональным параметром сушки установлена температура 50 °С.

Следует отметить, что качество сушеных продуктов, в том числе из трепанга, оценивается и по их набуханию. Чем выше процент набухания продукта, тем легче он усваивается организмом. Известно, что увеличение массы (% к массе сухого) сушеного трепанга, полученного по классической технологии составляет около 200%. Процент набухания измельченного, формованного и сушеного трепанга – снеков, высушенных при температуре 50 °С, составляет около 400%. Вероятно, текстура высушенной формованной массы трепанга сильно изменена, увеличена ее пористость, что и влияет на набухаемость и, в конечном счете, перевариваемость готового продукта.

На основании результатов экспериментальных исследований по обоснованию технологических параметров производства сушеной продукции из измельченной мышечной массы трепанга разработана технологическая схема (рисунок).



Технологическая схема производства сушеного формованного продукта (снеков) из трепанга

Technological scheme of production of dried molded product (snacks) of sea cucumber

По органолептическим и физико-химическим показателям новый сушеный продукт (снеки) из измельченной мышечной массы трепанга соответствует требованиям, указанным в табл. 1.

Биологическую ценность экспериментальных образцов нового сушеного продукта (снеков) обеспечивает также содержание минеральных веществ (24,9%), аминокислот (4,3%) и гликозидов (20,5 мг/г).

По микробиологическим показателям снеки из трепанга сушеные должны соответствовать ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», указанным в табл. 2.

С учетом коэффициента резерва 1,2 для испытываемой группы продукции установленный срок хранения нового сушеного формованного продукта (снеков) из трепанга составляет 90 сут, срок годности – 108 сут, при соблюдении условий хранения.

Таблица 1

Органолептические и физико-химические показатели сушеного формованного продукта из трепанга

Table 1

Organoleptic and physico-chemical parameters of dried molded product of sea cucumber

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Преимущественно полоски размером, мм: от 1,5 до 2,0 по ширине, от 5,0 до 7,0 по длине, 1–2 по толщине.
Цвет	Форма и размер снеков могут варьироваться по заказу
Запах и вкус	От светло- до темно-коричневого
Консистенция	Приятный, свойственный морепродуктам, без постороннего, порочащего привкуса и запаха, со специфическим вкусом имбиря при его присутствии в рецептуре
Массовая доля влаги, %	Хрупкая
Массовая доля белка, %	Не более 10
Массовая доля поваренной соли, %	Не менее 40
Массовая доля жира, %	Не более 5
Наличие посторонних примесей	Не более 2
	Не допускается

Таблица 2

Микробиологические показатели сушеного формованного продукта из трепанга

Table 2

Microbiological characteristics of the dried molded product of sea cucumber

Наименование показателя	Регламентируемые значения	Фактическое значение	
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	2,0x10 ⁴	< 10	
Плесени, КОЕ/г, не более	50	отсутствие роста	
Дрожжи, КОЕ/г, не более	100	отсутствие роста	
Масса продукта (г), в которой не допускаются	БГКП (колиформы)	0,1	не обнаружены
	сульфитредуцирующие клостридии	0,1	не обнаружены
	патогенные, в том числе сальмонеллы и <i>L. monocytogenes</i>	25,0	не обнаружены

На новый сушеный продукт из трепанга разработан и утвержден СТО 00471515-054-2017 «Снеки из трепанга сушеные».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате экспериментальных исследований разработана технология сушеного формованного продукта (снеков) из измельченной ткани трепанга дальневосточного, отличающаяся от всех известных способов производства сушеной продукции из этого объекта отсут-

ствием операции варки, при которой происходит потеря биологически ценных веществ, входящих в состав сырья. Разработана технологическая схема производства новой продукции. Осуществлен выбор рецептуры снеков. Обоснованы технологические параметры сушки полуфабриката. Дана оценка качества, и установлен срок хранения готового продукта, составляющий 3 месяца при температуре 20–25 °С, влажности 75% в герметичной упаковке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство. СПб: Голанд, 2000. С. 146–147.
2. Wijesinghe W., Jeon J. et al. Anticancer activity and mediation of apoptotic in human HL – 60 leukaemia cells by edible sea cucumber (*Holothuria edulis*) extract // *Food Chemistry*. 2013. V. 139. P. 326–331.
3. Kariya Y., Watabe S., Ochiai Y., Hashimoto K., Murata K. Glucosamino-Glycan from the Body Wall of the sea cucumber *Stichopus japonicus* // *Comp. Biochem. Physiol.* 1990. V. 95B, N 2. P. 387–392.
4. Kim S., Ravichandran Y., Kong C. Applications of calcium and its supplement derived from marine organisms // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2012. V. 6, Is. 6. P. 469–474.
5. 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. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2017-7-3-00-00>
6. 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, N 8. С. 585–588.
7. Шульгин Ю.П., Шульгина Л.В., Петров В.А. Ускоренная биотис оценка качества и

безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов. Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. 124 с.

8. Потапова В.А., Мезенова О.Я. Использование вторичного рыбного сырья для производства снековой продукции повышенной биологической ценности // *Рыбное хозяйство*. 2014. N 5. С. 93–95

9. Нехамкин Б.Л., Деменева Е.Ю. О технологических параметрах рыбных снеков, стойких в хранении: материалы 6-й Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество». Калининград, 2007. С. 168–170.

10. Neiva C. R. P. et al. Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a traditional product // *Food Science Technology (Campinas)*. 2010. V. 31, N 4. P. 672–678.

11. Duan X., Zhong M., Mujumdar A.S. Study on a combination drying technique of sea cucumber // *Drying Technology*. 2007. 25 (12). P. 2011–2019.

12. Khaoula Telahigue, Tarek Hajji. Effects of drying methods on the chemical composition of the Sea Cucumber *Holothuria forskali* // *The Open Food Science Journal*. 2014. N 8. P. 1–8.

13. Duan X., Zhong M., Arun S., Mujumdar, S. Wang. Microwave freeze drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*) // *Journal of Food Engineering*. 2010. V. 96. P. 491–497.

REFERENCES

1. Levin V.S. *Dal'nevostochnyi trepang. Biologiya, promysel, vosproizvodstvo* [Far Eastern sea cucumber. Biology, fishery, reproduction]. St. Petersburg: Goland Publ., 2000, pp. 146–147.
2. Wijesinghe W., Jeon J. [et al.] Anticancer activity and mediation of apoptotic in human HL – 60 leukaemia cells by edible sea cucumber (*Holothuria edulis*) extract. *Food Chemistry*. 2013, vol. 139, pp. 326–331.
3. Kariya Y., Watabe S., Ochiai Y., Hashimoto K., Murata K. Glucosamino-Glycan from the Body Wall of the sea cucumber *Stichopus japonicas*. *Comp. Biochem. Physiol.* 1990, vol. 95 B, no. 2, pp. 387–392.

4. Kim S., Ravichandran Y., Kong C. Applications of calcium and its supplement derived from marine organisms. Kong. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2012, vol. 6, no. 6, pp. 469–474.

5. Maksimova S.N., Kim A.G., Fedoseeva E.V., Poleshchuk D.V. Characteristics of sea cucumber as a valuable object of aquaculture physiologically useful products. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya* [Izvestiya vuzov. Applied chemistry and biotechnology]. 2017, vol. 7, no. 3, pp. 92–98. (in Russian)

6. Aminin D.L., Shevtsova E.B., Anisimov M.M., Kuznetsova T.A. Spectrophotometric determination of stichoposide A from sea-cucumber Sti-

chopus Japonicus S. *Antibiotiki* [Antibiotics]. 1981, vol. 26, no. 8, pp. 585–588. (in Russian)

7. Shul'gin Yu.P., Shul'gina L.V., Petrov V.A. *Uskorennaya biotis otsenka kachestva i bezopasnosti syr'ya i produktov iz vodnykh bioresursov* [Accelerated biotis assessment of the quality and safety of raw materials and products from aquatic biological resources]. Vladivostok, 2006, 124 p.

8. Potapova V.A., Mezenova O.Yu. The use of secondary fish raw materials for the production of snack products increased biological value. *Rybnoe khozyaistvo* [Fisheries]. 2014, no. 5, pp. 93–95. (in Russian)

9. Nekhamkin B.L., Demeneva E.Yu. O tekhnologicheskikh parametrakh rybnykh snekov, stoikikh v khranении [On technological parameters of fish snacks, persistent storage]. *Materialy VI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Proizvodstvo rybnoi produktsii: problemy, novye tekhnologii, kachestvo»* [Proc. 6-th Int. Sci.

Pract. Conf. «Production of fish products: problems, new technologies, quality»]. Kaliningrad, 2007, pp. 168–170.

10. Neiva C.R.P. [et al.] Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a traditional product. *Food Science Technology (Campinas)*. 2010, vol. 31, no. 4, pp. 672–678.

11. Duan X., Zhong M., Mujumdar A.S. Study on a combination drying technique of sea cucumber. *Drying Technology*. 2007, vol. 25 (12), pp. 2011–2019.

12. Telahigue K., Hajji T. Effects of drying methods on the chemical composition of the Sea Cucumber *Holothuria forskali*. *The Open Food Science Journal*. 2014, no. 8, pp. 1–8.

13. Duan X., Zhong M., Arun S. Mujumdar, S. Wang. Microwave freeze drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*). *Journal of Food Engineering*. 2010, vol. 96, pp. 491–497.

Критерии авторства

Максимова С.Н., Слуцкая Т.Н., Ким А.Г., Федосеева Е.В., Панчишина Е.М., Суровцева Е.В. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Максимова С.Н., Слуцкая Т.Н., Ким А.Г., Федосеева Е.В., Панчишина Е.М., Суровцева Е.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

Татьяна Н. Слуцкая

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
Д.т.н., профессор
t.slutskaya@mail.ru

Андрей Г. Ким

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
Аспирант
mail@andreykim.ru

Contribution

Maksimova S.N., Kim A.G., Fedoseeva E.V., Panchishina E.M., Surovtseva E.V. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Maksimova S.N., Kim A.G., Fedoseeva E.V., Panchishina E.M., Surovtseva E.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, Associate Professor,
Head of Department
maxsvet61@mail.ru

Tatyana N. Slutskaya

Far Eastern State Technical Fisheries University
Doctor of Engineering, Associate Professor
t.slutskaya@mail.ru

Andrey G. Kim

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

Елена В. Федосеева

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

Elena V. Fedoseeva

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

Екатерина М. Панчишина

Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
К.т.н., доцент
ekaterina.pan.8@mail.ru

Ekaterina M. Panchishina

Far Eastern State Technical Fisheries University
Ph.D. (Engineering), Associate Professor
ekaterina.pan.8@mail.ru

Елена В. Суровцева

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

Elena V. Surovtseva

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

Поступила 25.09.2017

Received 25 September 2017