УДК 543.544

DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-3-5

Влияние методов гидротермической экстракции и времени на выход экстракта бурых водорослей Японского моря

А.В. Табакаев¹, О.В. Табакаева^{1*}

¹Дальневосточный федеральный университет, Российская Федерация, г. Владивосток, *e-mail: yankovskaya68@mail.ru

Ключевые слова:

бурые водоросли;
гидротермическая
экстракция;
кипячение;
автоклавирование;
экстракт

Реферат

Водоросли – распространенные представители флоры Мирового океана. Запасы водорослей огромны, как и их многообразие в качестве пищевого сырья. Они широко употребляются в пищу человеком и животными, являются источниками разнообразных биологически активных веществ с выраженными антиоксидантными, антибактериальными, противовоспалительными и антиканцерогенными свойствами. При пищевом использовании водорослей необходима такая операция, как гидротермическая обработка таллома с получением больших объемов гидротермических экстрактов, содержащих водорастворимые водорослевые компоненты. В статье представлены результаты изучения влияния методов гидротермической экстракции (настаивания, кипячения и автоклавирования) и продолжительности процесса на выход экстракта, содержащего водорастворимые компоненты водорослей. Сырьем для экстрактов послужили бурые водоросли Японского моря *Costaria costata*, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum miyabei* Yendo. Экспериментально установлено, что экстракт водоросли *Undaria pinnatifida*, полученный автоклавированием в течение 180 мин, имел самый высокий выход. Для всех водорослей метод настаивания демонстрирует минимальный выход сухого экстракта. Время обработки существенно увеличивает выход экстракта (в 2,34–3,05 раза), причем максимально для *Sargassum miyabei*. Сравнительный анализ количественного выхода экстрактов независимо от метода гидротермической экстракции позволил расположить исследованные водоросли в ряд в порядке убывания: *Undaria pinnatifida* > *Costaria costata* > *Sargassum miyabei* Yendo.

Финансирование: Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-4715.2021.4.

Для цитирования: Табакаев А.В., Табакаева О.В. Влияние методов гидротермической экстракции и времени на выход экстракта бурых водорослей Японского моря // Индустрия питания | Food Industry. 2021. Т. 6, № 3. С. 44–50. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-5

Дата поступления статьи: 21 апреля 2021 г.

Influence of Hydrothermal Extraction Methods and Time on the Yield of Brown Algae Extract from the Sea of Japan

Anton V. Tabakaev¹, Oksana V. Tabakaeva^{1*}

¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation, *e-mail: yankovskaya68@mail.ru

Keywords:

brown algae;
hydrothermal
extraction;
boiling;
autoclaving;
extract

Abstract

Algae are common representatives of the World Ocean flora. The algae reserves are huge, as well as their diversity. Humans and animals consume it always as a food raw material. They are sources of various biologically active substances with pronounced antioxidant, antibacterial, anti-inflammatory and anti-carcinogenic properties. When using algae for food, a man needs to run the hydrothermal thallom treatment to obtain large volumes of hydrothermal extracts containing water-soluble algae components. The article presents study results of the influence of hydrothermal extraction methods (infusion, boiling and

autoclaving) and the process duration for the extract output containing water-soluble components of algae. The brown algae of the Sea of Japan *Costaria costata*, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum miyabei* Yendo were the raw materials for the extracts. The researchers experimentally determined that the extract of the algae *Undaria pinnatifida* obtained by autoclaving for 180 minutes had the highest yield. For all algae, the infusion method demonstrated a minimum yield of dry extract. The processing time significantly increases the extract yield (by 2.34-3.05 times), and the maximum for *Sargassum miyabei*. A comparative analysis of the quantitative extracts yield, regardless of the hydrothermal extraction method, enabled to arrange the studied algae in a row in descending order: *Undaria pinnatifida* > *Costaria costata* > *Sargassum miyabei* Yendo.

Funding: The work was supported by the grant of the President of the Russian Federation MK-4715.2021.4.

For citation: Anton V. Tabakaev, Oksana V. Tabakaeva. Influence of Hydrothermal Extraction Methods and Time on the Yield of Brown Algae Extract from the Sea of Japan. *Индустрия питания*/Food Industry. 2021. Vol. 6, No. 3. Pp. 44–50. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-5

Paper submitted: April 21, 2021

Введение

Водоросли как очень распространенные представители флоры Мирового океана характеризуются огромными запасами и многообразием, что обуславливает определенные различия их состава. Они широко употребляются в пищу человеком и животными, являются источником разнообразных биологически активных веществ с выраженными антиоксидантными, антибактериальными, противовоспалительными и антиканцерогенными свойствами [1; 2; 3].

Несомненное преимущество практического использования водорослей заключается в их высокой воспроизводимости и способности накапливать значительную биомассу.

Изучению водорослей уделяется большое внимание в связи с доказанной медико-биологической активностью, проявляемой их экстрактами. Установлено, что они обладают противомикробным [4], противоопухолевым [5] и противовирусным [6] действием. Экстракты из водорослей представляют собой основу биологически активных добавок, используемых как иммуностимуляторы, корректоры деятельности щитовидной железы [7], онкопротекторы [8].

Бурые водоросли широко представлены практически во всех морях и океанах Земного шара, однако самые крупные виды этих водорослей встречаются в морях умеренных и северных широт. В мире известны 1 500 видов бурых водорослей. Наибольшее практическое значение среди бурых водорослей имеют представители семейств *Laminariaceae* (*Saccharina japonica*), *Fucaceae* (*Fucus vesiculosus*), *Sargassaceae* (*S. pallidum*, *S. miyabei*), *Alariaceae* (*Undaria pinnatifida*), *Costariaceae* (*Costaria costata*). В Японском море широко распространены *Undaria pinnatifida*, *Costaria costata*, *Sargassum miyabei* Yendo [9].

Хозяйственное значение бурых водорослей трудно переоценить. Издавна жители побережий, особенно Восточной Азии, употребляли их в пищу, часто как основу рациона; сегодня они являются, прежде всего, сырьем для получения альгинатов, используемых в пищевой, текстильной, фармацевтической и биотехнологической отраслях промышленности. В перспективе бурые водоросли и их компоненты также рассматриваются как источники новых лекарств [10].

Бурые водоросли являются ценным видом сырья для производства пищевых продуктов, добавок, фармацевтических препаратов, так как отличаются высоким содержанием углеводов и минеральных веществ.

Буряя водоросль костария ребристая (*Costaria costata*) – однолетняя водоросль с линейной или эллиптической пластиной от 0,5 м до 2,7 м. Растет на каменистых и скалистых грунтах на глубине от 0,5 м до 20 м. Распространена в Японском море. Общие запасы достигают 50–75 тыс. т [11].

Буряя водоросль саргассум Миябе (*Sargassum miyabei* Yendo) – многолетняя, относится к потенциально промысловым видам; масса одного слоевища – до 7 кг. Распространена в Японском и Охотском морях [9].

Буряя водоросль ундария перистая (*Undaria pinnatifida*) является однолетним видом, растет на литорали и в сублиторали на глубинах 0,5–6,0 м, на скалистом и каменистом грунте, у открытых, прибойных участков побережья. Биомасса – до 2 кг/м²; плотность поселения – 1–10 экз./м²; масса одного слоевища – до 0,4 кг [9].

При пищевом использовании водорослей практически всегда необходима такая операция, как гидротермическая обработка таллома; при этом получают большие объемы гидротерми-

ческих экстрактов, содержащих водорастворимые водорослевые компоненты.

На основании вышеизложенного целью данной работы было исследование зависимостей выхода экстракта от метода гидротермической обработки и продолжительности процесса для трех видов бурых водорослей – *Costaria costata*, *Undaria pinnatifida* и *Sargassum miyabei*.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования послужили бурые водоросли *Costaria costata*, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum miyabei*, а также гидротермические экстракты, полученные методом настаивания, кипячения и автоклавирования. Все образцы были собраны в водах прибрежных районов залива Находка (бухты Новицкого и Мусатова) Приморского края Японского моря с мая по июль 2020 г.

Получение экстрактов. Собранные водоросли помещали в полиэтиленовые пакеты, добавляли лед, быстро доставляли в лабораторию. Для удаления загрязнений, соли, песка, эпифитов образцы тщательно промывали проточной водопроводной водой и замачивали в дистиллированной воде. Каждый образец измельчали до получения порошка и хранили в герметичном контейнере в морозильной камере при температуре -20°C для дальнейшего использования.

Гидротермические экстракты получали способом, описанным W.-Y. Hou, J.-C. Chen [7] и R. Huang, H.T. Lee [12]. **Гидротермический экстракт настаивания:** 10 г измельченных водорослей заливали деионизированной водой, имеющей температуру 80°C , и настаивали в течение 30; 60; 120 и 180 мин. Постоянство температуры поддерживали термостатированием. Используемый гидромодуль – 1 : 10. Затем суспензию фильтровали через три слоя марли. Полученный фильтрат подвергали сублимационной сушке и последующему последующему измельчению с получением сухого экстракта.

Гидротермический экстракт кипячения: к 10 г измельченных водорослей добавляли деионизированную воду и кипятили в течение 30; 60; 120 и 180 мин. Используемый гидромодуль – 1 : 30. Затем суспензию фильтровали через три слоя марли. Полученный фильтрат подвергали сублимационной сушке и последующему измельчению с получением сухого экстракта.

Экстракт автоклавирования: 10 г измельченных водорослей автоклавировали в деионизированной воде при 120°C в течение 30; 60; 120 и 180 мин. Используемый гидромодуль – 1 : 10. Горячий водный раствор отделяли от остатков водорослей фильтрованием через три слоя марли. Его подвергли сублимационной сушке, а затем измельчали для получения автоклавного экстракта.

Все исследования проводились в 3-кратной повторности. Экспериментальные данные представлены в виде среднего арифметического M и стандартной ошибки среднего m . Статистическую обработку проводили с использованием пакетов прикладных статистических программ Excel, Statistica 7.0. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента при 95 %-м уровне значимости.

Результаты исследования и их обсуждение

На выход экстрактов влияют сразу несколько факторов – вид водоросли, метод гидротермической обработки, используемый гидромодуль, а также продолжительность процесса.

На первом этапе было проанализировано, как влияют вид водоросли и время гидротермической обработки на выход сухого экстракта при каждом методе (настаивание, кипячение, автоклавирование). Полученные данные графически отражены на рис. 1, 2, 3.

Как видно на рис. 1, максимальный выход для экстрактов кипячения дает водоросль *Undaria pinnatifida* (максимально 15,13 % при кипячении в течение 180 мин). Экстракты *Undaria pinnatifida*

Рис. 1. Зависимость выхода сухого экстракта от вида водоросли и времени кипячения
Fig. 1. Dependence of the Dry Extract Yield from the Algae Type and Time of Boiling

характеризуются более высоким выходом, чем экстракты *Costaria costata* и *Sargassum miyabei* при любом времени обработки, причем превышение составляет 1,18–1,6 раза.

Время обработки существенно увеличивает выход экстракта – 2,34–3,05 раза, причем для *Undaria pinnatifida* и *Costaria costata* увеличение практически одинаковое – 2,34 и 2,33 раза. Наибольшее существенное увеличение выхода отмечено для *Sargassum miyabei* – 3,05 раза.

На рис. 2 представлена зависимость выхода сухого экстракта от вида водоросли и времени автоклавирования.

Результаты исследования показывают аналогичность экстрактов, полученных при кипячении и при автоклавировании. Среди автоклавных экстрактов максимальный выход также отмечается у водоросли *Undaria pinnatifida* (максимально 17,74 % при автоклавировании в течение 180 мин). Минимальный выход демонстрируют экстракты водоросли *Sargassum miyabei*. Увеличение времени автоклавирования напрямую влияет на выход экстракта, увеличивая его для *Undaria pinnatifida* в 2,58 раза; для *Costaria costata* – в 2,64 и для *Sargassum miyabei* – в 3,64 раза.

Зависимость выхода сухого экстракта от вида водоросли и времени настаивания представлена на рис. 3.

При использовании настаивания как метода гидротермической обработки максимальный результат (7,14 %) дает водоросль *Undaria pinnatifida*, минимальный (5,12 %) – водоросль *Sargassum miyabei*. Водоросль *Costaria costata* занимает промежуточное положение. Увеличение продолжительности настаивания приводит к увеличению выхода экстракта в 2,79–3,62 раза; максимально – для *Undaria pinnatifida*; минимально – для *Costaria costata*.

Интересно сравнить рассматриваемые методы гидротермической экстракции для каждой отдельной водоросли.

Для водоросли *Costaria costata* зависимость выхода сухого экстракта от продолжительности обработки представлена на рис. 4. Полученные данные доказывают, что максимальный выход сухого экстракта для водоросли *Costaria costata* получается при автоклавировании в течение 180 мин. Необходимо отметить, что в течение 30 и 60 мин методы автоклавирования и кипячения дают приблизительно одинаковый выход экстракта. При обработке в течение 120 мин авто-

Рис. 2. Зависимость выхода сухого экстракта от вида водоросли и времени автоклавирования
Fig. 2. Dependence of the Dry Extract Yield from the Algae Type and Time of Autoclaving

Рис. 3. Зависимость выхода сухого экстракта от вида водоросли и времени настаивания
Fig. 3. Dependence of the Dry Extract Yield from the Algae Type and Time of Infusion

Рис. 4. Зависимость выхода сухого экстракта от способа обработки и продолжительности процесса для *C. costata*

Fig. 4. Dependence of the Dry Extract Yield from the Treatment Method and Process Duration for *C. Costata*

клавирование увеличивает выход экстракта по сравнению с кипячением на 21 %. Метод настаивания демонстрирует уже минимальный выход экстракта (6,36 %) при обработке в течение 180 мин.

Для водоросли *Undaria pinnatifida* зависимость выхода сухого экстракта от продолжительности обработки представлена на рис. 5.

Рис. 5. Зависимость выхода сухого экстракта от способа обработки и продолжительности процесса для *U. pinnatifida*

Fig. 5. Dependence of the Dry Extract Yield from the Treatment Method and Process Duration for *U. Pinnatifida*

График, приведенный на рис. 5, демонстрирует зависимости выхода сухого экстракта, аналогичные зависимостям, представленным на рис. 4. Выход сухого экстракта при продолжительности процесса автоклавирования и кипячения в течение

30; 60; 120 мин существенно не различается. Метод настаивания демонстрирует минимальный выход экстракта (7,14 %) при обработке 180 мин.

Для водоросли *Sargassum miyabei* зависимость выхода сухого экстракта от продолжительности обработки представлена на рис. 6.

Рис. 6. Зависимость выхода сухого экстракта от способа обработки и продолжительности процесса для *S. miyabei*

Fig. 6. Dependence of the Dry Extract Yield from the Treatment Method and Process Duration for *S. Miyabei*

При времени гидротермической экстракции 180 мин так же, как для *Costaria costata* и *Undaria Pinnatifida*, максимальный выход экстракта наблюдается для метода автоклавирования. Однако при 120 мин обработки максимум выхода установлен для экстракта кипячения. Метод настаивания демонстрирует минимальный выход экстракта (5,12 %) при обработке 180 мин.

Выводы

Сравнительный анализ количественного выхода экстрактов независимо от метода гидротермической экстракции позволил расположить исследованные водоросли в ряд в порядке убывания: *Undaria pinnatifida* > *Costaria costata* > *Sargassum miyabei*. Экстракт водоросли *Undaria pinnatifida*, полученный автоклавированием в течение 180 мин, имел самый высокий выход. Для всех водорослей метод настаивания демонстрирует минимальный выход сухого экстракта. Время обработки существенно увеличивает выход экстракта – в 2,34–3,05 раза, максимально – для *Sargassum miyabei*.

Библиографический список

1. Chakraborty, K.; Maneesh, A.; Makkar, F. Antioxidant Activity of Brown Seaweeds. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2017. Vol. 26. Iss. 4. Pp. 406–419. DOI: <https://doi.org/10.1080/10498850.2016.1201711>.
2. Oucif, H.; Mehidi, S.A.; Prego, R.; Aubourg, S.P.; Abi-Ayad, S.-M. EL-A. Chemical Composition and Nutritional Value of Different Seaweeds from the West Algerian Coast. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2020. Vol. 29. Iss. 1. Pp. 90–104. DOI: <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1695305>.
3. Gerasimenko, N.I.; Busarova, N.G.; Moiseenko, O. P. Age-Dependent Changes in the Content of Lipids, Fatty Acids, and Pigments in Brown Alga *Costaria Costata*. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2010. Vol. 57. Iss. 1. Pp. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1021443710010085>.
4. Engel, S.; Puglisi, M.P.; Jensen, P.R.; Fenical, W. Antimicrobial Activities of Extracts from Tropical Atlantic Marine Plants Against Marine Pathogens and Saprophytes. *Marine Biology*. 2006. Vol. 149, Iss. 5. Pp. 991–1002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0264-x>.
5. Deslandes, E.; Pondaven, P.; Auperin, T., et al. Preliminary Study of the in Vitro Antiproliferative Effect of a Hydroethanolic Extract from the Subtropical Seaweed *Turbinaria Ornata* (Turner) J. Agardh on a Human Non-Small-Cell Bronchopulmonary Carcinoma Line (NSCLC-N6). *Journal of Applied Phycology*. 2000. Vol. 12. Pp. 257–262. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008114831862>.
6. Аминина Н.М., Вишневецкая Т.И., Гурулёва О.Н., Ковековдова Л.Т. Состав и возможности использования бурых водорослей дальневосточных морей // Вестник ДВО РАН. 2007. № 6. С. 123–130.
7. Hou, W.-Y.; Chen, J.-C. The Immunostimulatory Effect of Hotwater Extract of *Gracilaria tenuistipitata* on the White Shrimp *Litopenaeus Vannamei* and Its Resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish & Shellfish Immunology*. 2005. Vol. 19. Iss. 2. Pp. 127–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2004.11.009>.
8. Алексеенко Т.В., Жанаева С.Я., Венедиктова А.А., Звягинцева Т.Н., Кузнецова Т.А., Беседнова Н.Н., Короленко Т.А. Противоопухолевая и антиметастатическая активность сульфатированного полисахарида фукоидана, выделенного из бурой водоросли Охотского моря *Fucus evanescens* // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2007. Т. 143, № 6. С. 675–677.
9. Суховеева М.В., Подкoryтова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки: монография. Владивосток: Изд-во «ТИНРО-центр», 2006. 243 с. ISBN 5-89131-055-4.
10. McHugh, D.J. A Guide to the Seaweed Industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003. 105 p. ISBN 92-5-104958-0. ISSN 0429-9345.
11. Кулепанов В.Н., Суховеева М.В., Жильцова Л.С. Морфологическая изменчивость талломов костарии ребристой у побережья Приморья // Известия ТИНРО. 2002. Т. 131. С. 347–353.
12. Huang, R.; Lee, H.-T. Immunological Properties of the Marine Brown Alga, *Endarachne binghamiae* (Phaeophyceae). *International Journal of Applied Science and Engineering*. 2005. Vol. 3. Iss. 3. Pp. 167–173.

Bibliography

1. Chakraborty, K.; Maneesh, A.; Makkar, F. Antioxidant Activity of Brown Seaweeds. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2017. Vol. 26. Iss. 4. Pp. 406–419. DOI: <https://doi.org/10.1080/10498850.2016.1201711>.
2. Oucif, H.; Mehidi, S.A.; Prego, R.; Aubourg, S.P.; Abi-Ayad, S.-M. EL-A. Chemical Composition and Nutritional Value of Different Seaweeds from the West Algerian Coast. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2020. Vol. 29. Iss. 1. Pp. 90–104. DOI: <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1695305>.
3. Gerasimenko, N.I.; Busarova, N.G.; Moiseenko, O. P. Age-Dependent Changes in the Content of Lipids, Fatty Acids, and Pigments in Brown Alga *Costaria Costata*. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2010. Vol. 57. Iss. 1. Pp. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1021443710010085>.
4. Engel, S.; Puglisi, M.P.; Jensen, P.R.; Fenical, W. Antimicrobial Activities of Extracts from Tropical Atlantic Marine Plants Against Marine Pathogens and Saprophytes. *Marine Biology*. 2006. Vol. 149, Iss. 5. Pp. 991–1002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0264-x>.
5. Deslandes, E.; Pondaven, P.; Auperin, T., et al. Preliminary Study of the in Vitro Antiproliferative Effect of a Hydroethanolic Extract from the Subtropical Seaweed *Turbinaria Ornata* (Turner) J. Agardh on a Human Non-Small-Cell Bronchopulmonary Carcinoma Line (NSCLC-N6). *Journal of Applied Phycology*. 2000. Vol. 12. Pp. 257–262. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008114831862>.
6. Aminina, N.M.; Vishnevskaya, T.I.; Gurulyova, O.N.; Kovekovdova, L.T. Sostav i Vozmozhnosti Ispol'zovaniya Buryh Vodoroslej Dal'nevostochnykh Morej [Composition and Possibilities of Using Brown Algae of the Far Eastern Seas]. *Vestnik DVO RAN*. 2007. No. 6. Pp. 123–130.
7. Hou, W.-Y.; Chen, J.-C. The Immunostimulatory Effect of Hotwater Extract of *Gracilaria tenuistipitata* on the White Shrimp *Litopenaeus Vannamei* and Its Resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish & Shellfish Immunology*. 2005. Vol. 19. Iss. 2. Pp. 127–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2004.11.009>.
8. Alekseenko, T.V.; Zhanaeva, S.YA.; Venediktova, A.A.; Zvyaginceva, T.N.; Kuznecova, T.A.; Besednova, N.N.; Korolenko, T.A. Protivopuholievaya i Antimetastaticheskaya Aktivnost' Sul'fatirovannogo Polisaharida Fukoidana, Vydelennogo Iz Buroj Vodorosli Ohot'skogo Morya *Fucus Evanescens* [Antitumor and Antimetastatic Activity of Sulfated Fucoidan Polysaccharide Isolated from the Brown Algae *Fucus Evanescens* of the Okhotsk Sea]. *Byulleten' Eksperimental'noj Biologii i Mediciny*. 2007. Vol. 143. No. 6. Pp. 675–677.
9. Suhoveeva, M.V.; Podkorytova, A.V. Promyslovye Vodorosli i Travy Morej Dal'nego Vostoka: Biologiya, Rasprostraneniye, Zapasy, Tekhnologiya Pererabotki [Commercial Algae and Grasses of the Far East Seas: Biology, Distribution, Reserves, Processing Technology]: Monografiya. Vladivostok: Izd-vo «TINRO-centr». 2006. 243 p. ISBN 5-89131-055-4.
10. McHugh, D.J. A Guide to the Seaweed Industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003. 105 p. ISBN 92-5-104958-0. ISSN 0429-9345.
11. Kulepanov, V.N.; Suhoveeva, M.V.; Zhil'cova, L.C. Morfologicheskaya Izmenchivost' Tallomov Kostarii Rebristoy u Poberezh'ya Primor'ya [Morphological Variability of *Costaria Ribbed* Thallomas near the Primorye Coast]. *Izvestiya TINRO*. 2002. Vol. 131. Pp. 347–353.
12. Huang, R.; Lee, H.-T. Immunological Properties of the Marine Brown Alga, *Endarachne binghamiae* (Phaeophyceae). *International Journal of Applied Science and Engineering*. 2005. Vol. 3. Iss. 3. Pp. 167–173.

Информация об авторах / Information about Authors

**Табакаев
Антон Вадимович**Tabakaev,
Anton VadimovichТел./Phone: +7 (423) 265-24-24
E-mail: tabakaev92@mail.ru*Кандидат технических наук, ассистент департамента пищевых наук
и технологий Школы биомедицины
Дальневосточный федеральный университет
690920, Российская Федерация, г. Владивосток, остров Русский, пос. Аякс,
кампус ДВФУ, корп. М**Candidate of Technical Sciences, Assistant of the Food Science and Technology Department,
School of Biomedicine
Far Eastern Federal University
690920, Russian Federation, Vladivostok, Russian Island, Ajax, FEFU Campus, bld. M
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5658-5069>***Табакаева
Оксана Вацлавовна**Tabakaeva,
Oksana VatslavovnaТел./Phone: +7 (423) 265-24-24
E-mail: yankovskaya68@mail.ru*Доктор технических наук, доцент, профессор департамента пищевых наук
и технологий Школы биомедицины
Дальневосточный федеральный университет
690920, Российская Федерация, г. Владивосток, остров Русский, пос. Аякс,
кампус ДВФУ, корп. М**Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Food Science
and Technology Department, School of Biomedicine
Far Eastern Federal University
690920, Russian Federation, Vladivostok, Russian Island, Ajax, FEFU Campus, bld. M
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7068-911X>*