

УДК 664.953 664.6

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/NNTK2023-11>

Ксения Николаевна Савкина

Мурманский арктический университет, аспирант, младший научный сотрудник НИЛ «Химия и технология морских биоресурсов», Россия, Мурманск, e-mail: savkinakn2@mstu.edu.ru

Елена Андреевна Новожилова

ООО «Мурман Фиш», мастер цеха, Россия, Мурманск, e-mail: hai8a45@yandex.ru

Надежда Николаевна Симутина

Мурманский арктический университет, заведующий лабораторией кафедры технологий пищевых производств, Россия, Мурманск, e-mail: simutinann@mstu.edu.ru

Юлия Валерьевна Шокина

Мурманский арктический университет, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологий пищевых производств, Россия, Мурманск, e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

**Обоснование и разработка технологии продукции,
обогащенной йодом ламинарии беломорской**

Аннотация. Описаны результаты исследований, направленных на расширение ассортимента пищевых продуктов, обогащенных йодом в составе пищевой субстанции, производимой ООО «Архангельский водорослевый комбинат» – ламинарии сушеной в виде порошка с размером частиц менее 200 мкм. Представлены разработанные технологические решения по получению мучных, фруктово-ягодных кондитерских и рыбных кулинарных изделий, обогащенных йодом, в том числе рецептуры и технологии.

Ключевые слова: ламинария сушеная, йод, обогащенный продукт, фруктово-ягодные кондитерские изделия, кремчиз фиш, зубатка синяя

Ksenia N. Savkina

Murmansk Arctic State University, Postgraduate student, Junior Researcher of the Research Institute «Chemistry and Technology of Marine Bioresources», Russia, Murmansk, e-mail: savkinakn2@mstu.edu.ru

Elena A. Novozhilova

LLC «Murmansk Fish», Russia, Murmansk, e-mail: hai8a45@yandex.ru

Nadezhda N. Simutina

Murmansk Arctic State University, Head of the Laboratory of the Department of Food Production Technologies, Russia, Murmansk, e-mail: simutinann@mstu.edu.ru

Yulia V. Shokina

Murmansk Arctic State University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Production Technologies, Russia, Murmansk, e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

Substantiation and development of the technology of products enriched with iodine of kelp of the White Sea

Abstract. The article describes the results of research aimed at expanding the range of food products enriched with iodine as part of a food substance produced by Arkhangelsk Algae Combine LLC - dried kelp in powder form with a particle size of less than 200 microns. The developed technological solutions for the production of flour, fruit and berry confectionery and fish culinary products enriched with iodine, including recipes and technologies, are presented.

Keywords: dried kelp, iodine, enriched product, fruit and berry confectionery, cream cheese fish, blue catfish

Последствия нездорового питания, как составной части сложившегося образа жизни современного человека, представляет собой серьезную проблему общественного здравоохранения и развития во всем мире. Требуется срочные меры по изменению перепроизводства и чрезмерного потребления продуктов питания и напитков, которые не имеют здорового питательного профиля, в основном пищевых продуктов промышленного производства. Наибольшее беспокойство вызывает избыточное потребление соли, сахара, вредных жиров, а также низкое потребление зерновых продуктов, бобовых, овощей и фруктов [1]. Неправильное питание в сочетании с социальными и экологическими проблемами привело к глобальному кризису питания. Текущие тенденции нездорового и неустойчивого производства продуктов питания вместе с предполагаемым ростом населения примерно до 10 миллиардов к 2050 году представляют собой угрозу продовольственной безопасности, здоровью людей и здоровью планеты. Для перехода к устойчивым продовольственным системам, обеспечивающим здоровое и устойчивое питание, эксперты оценили наилучшие имеющиеся данные и определили необходимость увеличения потребления растительных продуктов и сокращения потребления продуктов животного происхождения [2], что окажет значительное влияние не только на здоровье населения планеты, но и на окружающую среду [3]. Последствия изменения климата для производства продуктов питания в совокупности с экономическим спадом, вызванным пандемией COVID-19, поставили под сомнение подлинную устойчивость нынешней глобальной продовольственной системы, которая еще больше ослабла в связи с эскалацией глобальных конфликтов. В результате люди по всему миру живут в условиях кризиса в области питания и здравоохранения. Обеспечение растущего населения устойчивыми, здоровыми и питательными продуктами потребует перехода к рациону, в котором присутствуют обогащенные продукты [1]. Потребительский спрос на функциональные и здоровые продукты питания растет с каждым годом. Морские водоросли считаются перспективным ингредиентом для разработки новых пищевых продуктов благодаря их составу и богатству биологически активными соединениями. Особенно известна ламинария, которая является источником биодоступного органического йода [4]. Морские водоросли уже добавляют в хлебобулочные, молочные, рыбные, мясные и овощные продукты, что позволяет разрабатывать новые функциональные и обогащенные пищевые продукты, улучшая их состав, качество и полезные свойства [5].

Цель исследований – разработка технологических решений, направленных на расширение ассортимента обогащенных йодом продуктов питания, в основе которых использование в качестве функционального пищевого ингредиента – ламинарии сушеной в виде порошка с размером частиц менее 200 мкм, производимой ООО «Архангельский водорослевый комбинат».

Для достижения поставленной в работе цели сформулированы следующие задачи:

1) разработать рецептуру и предложить технологию мучного изделия обогащенного йодом ламинарии беломорской «Хлебцы мультизлаковые», с оптимизацией рецептуры на основе математических методов;

2) разработать рецептуру и предложить технологию фруктово-ягодного кондитерского изделия, обогащенного йодом ламинарии беломорской, «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы», с оптимизацией рецептуры на основе математических методов;

3) разработать рецептуру и предложить технологию рыбного кулинарного изделия, обогащенного йодом ламинарии беломорской «Кремчиз фиш из зубатки синей» с оптимизацией рецептуры на основе математических методов.

Объектами исследования являются:

- ламинария сушеная (коммерческие образцы) в виде порошка с размером частиц менее 200 мкм производства ООО «Архангельский водорослевый комбинат» (Россия, г. Архангельск);

- опытные образцы разработанных продуктов питания, обогащенных йодом ламинарии беломорской – фруктово-ягодных кондитерских изделий «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы», мучных изделий «Хлебцы мультизлаковые», рыбных кулинарных изделий «Кремчиз фиш с зубаткой синей и морской капустой».

Предмет исследования – опытные рецептуры разработанных продуктов, обогащенных йодом ламинарии беломорской и зависимость их органолептической оценки от соотношения ключевых компонентов рецептурного набора.

Для получения мучных изделий, обогащенных йодом ламинарии беломорской, предложено решение, подразумевающее совершенствование существующей базовой технологии путем включения в состав рецептурного набора функционального пищевого ингредиента – порошка сушеной ламинарии с размером частиц менее 200 мкм. К смеси муки пшеничной и овсяной, воды, соли, масла подсолнечного, измельченных семян подсолнечника и кунжута добавляют порошок сушеной ламинарии, после чего замешивают тесто, оставляют его при температуре (4 ± 2) °С примерно на 15 – 20 минут, ограничив контакт с воздухом, и затем раскатывают в тонкий пласт. Подготовленную тестовую заготовку нарезают по размеру и форме хлебцев выпекают при температуре (180 ± 2) °С в пекарском шкафу или печи в течение 15–20 минут до готовности. Готовые хлебцы охлаждают на воздухе или непосредственно в пекарской печи до температуры не выше (18 ± 1) °С, после чего разбраковывают и фасуют в потребительскую упаковку.

Количество, добавляемой в виде порошка, сушеной ламинарии (1600 г на 100 кг теста) определено расчетным путем, исходя из установленной экспериментально массовой доли йода в сушеной ламинарии. Это количество должно обеспечить содержание йода в одной порции хлебцев массой 50 г не менее 15 % суточной физиологической нормы потребления, установленной в Российской Федерации [6] (составляет 150 мкг), и не более предельного уровня потребления (600 мкг), с учетом потерь йода на этапах технологической обработки и во время хранения готовой продукции.

В Мурманском арктическом университете разработаны технологии и рецептуры ассортимента продуктов, обогащенных йодом в составе беломорской ламинарии. Проведены исследования технологии и выполнено автоматизированное проектирование рецептур фруктово-ягодного кондитерского изделия, «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы», мучного изделия «Хлебцы мультизлаковые» и рыбного кулинарного изделия «Кремчиз фиш с зубаткой синей и морской капустой». Органолептическую оценку всех опытных образцов проводили методом балльных шкал. По разработанной пятибалльной шкале определяли комплексные и единичные показатели качества с учетом назначенных экспертным методом коэффициентов их значимости, а также разработали словесную характеристику каждого уровня качества с присвоением соответствующего балла. По итогам дегустаций формировали базу знаний (правила). На основе матрицы экспериментов и базы знаний моделировали оптимальные рецептуры продуктов, обеспечивающие максимальную органолептическую оценку.

На рис. 1 представлены результаты органолептической оценки семи опытных образцов рыбного кулинарного изделия «Кремчиз фиш из зубатки синей и морской капустой». На рис. 2 представлены результаты органолептической оценки опытных образцов фруктово-

ягодного кондитерского изделия «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы», различающихся рецептурой в соответствии с разработанной матрицей эксперимента. На рис. 3 представлены результаты органолептической оценки пяти опытных образцов мучного изделия «Хлебцы мультизлаковые».

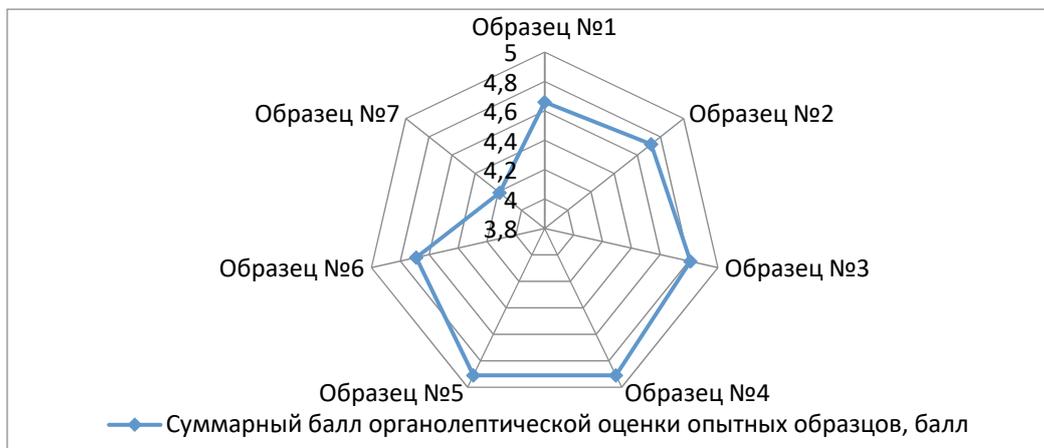


Рисунок 1 – Общая органолептическая оценка образцов 1–7 для рыбного кулинарного изделия «Кремчиз фиш из зубатки синей и морской капусты»

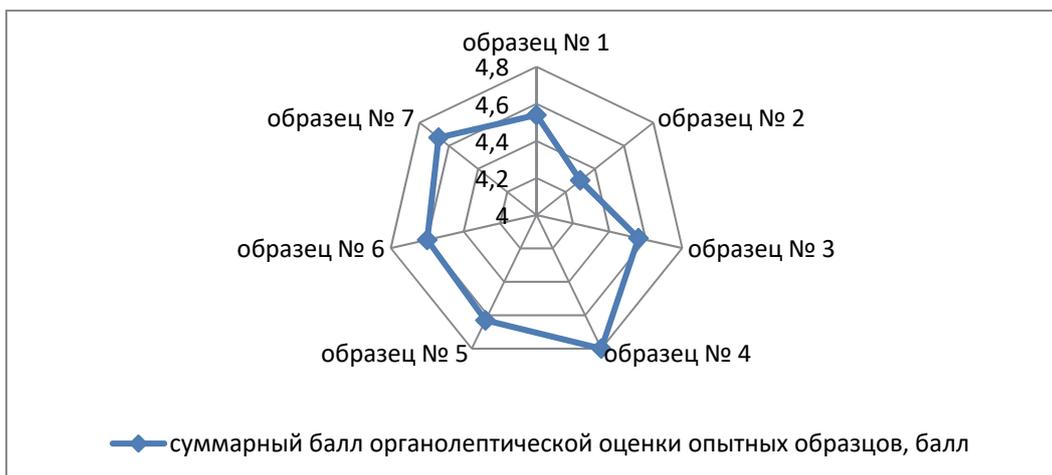


Рисунок 2 – Суммарный балл органолептической оценки опытных образцов изделия «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы»

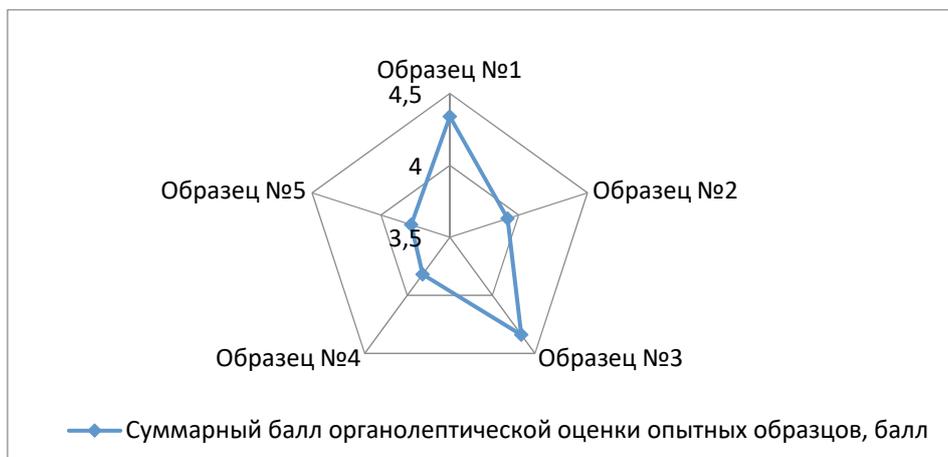


Рисунок 3 – Суммарный балл органолептической оценки опытных образцов изделия «Хлебцы мультизлаковые, обогащенные йодом»

Оптимальную рецептуру продуктов получали с использованием компьютерной программы автоматизированного проектирования рецептов многокомпонентных пищевых продуктов, в основе, которой – метод нечеткой логики, реализованный в программном пакете MatLab [7].

На рис. 4–6 представлены поверхности отклика, полученные при моделировании оптимального рецептурного состава рыбного кулинарного изделия «Кремчиз фиш с зубаткой синей и морской капустой», фруктово-ягодного кондитерского изделия «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы» и мучного изделия «Хлебцы мультизлаковые» соответственно.

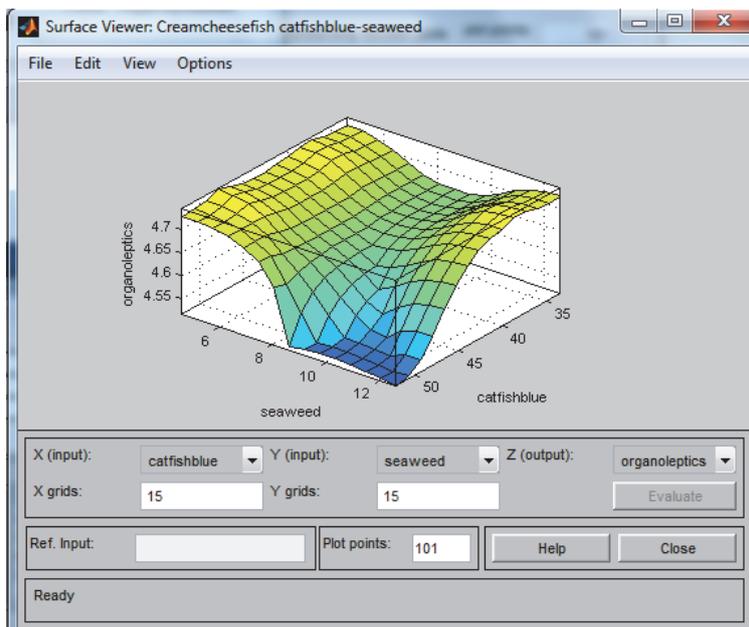


Рисунок 4 – Поверхность отклика при моделировании оптимального рецептурного состава рыбного кулинарного изделия, обогащенного йодом, «Кремчиз фиш с зубаткой синей и морской капустой»

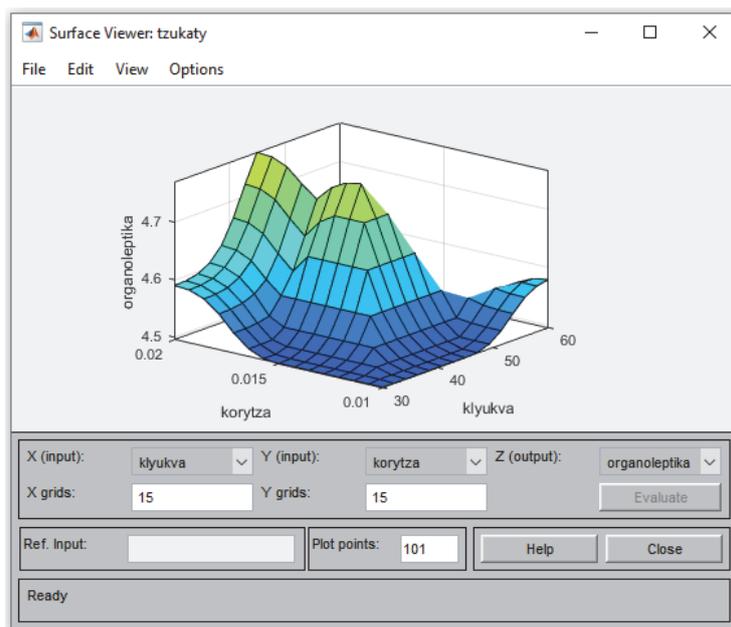


Рисунок 5 – Поверхность отклика при моделировании оптимального рецептурного состава фруктово-ягодного кондитерского изделия, обогащенного йодом, «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы»

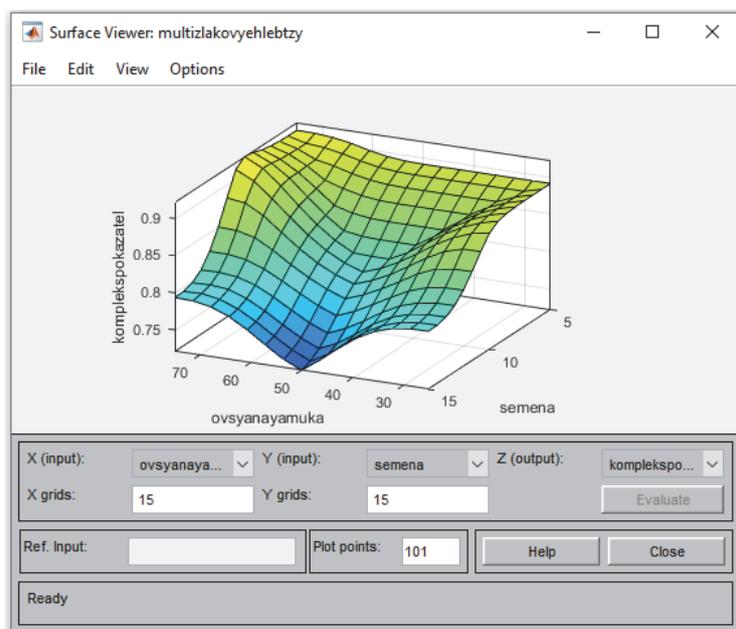


Рисунок 6 – Поверхность отклика при моделировании оптимального рецептурного состава мучного изделия, обогащенного йодом, «Хлебцы мультизлаковые»

Полученные значения ключевых компонентов рецептуры, формирующих потребительские свойства изделия, учтены в окончательных рецептурах продуктов и разработанной проектной технической документации (табл. 1–3).

Таблица 1 – Оптимизированная рецептура рыбного кулинарного изделия «Кремчиз фиш с зубаткой синей и морской капустой» из расчета на одну потребительскую упаковку массой 150 г

Наименование сырья	Масса сырья брутто, г	Отходы и потери при первичной обработке ¹ , % от массы сырья поступившего на обработку	Масса сырья нетто после первичной обработки, г	Потери при ПТО ² , % от массы сырья поступившего на ПТО	Масса сырья нетто после первичной обработки и ПТО, г
Зубатка ПБГ	197	28	142	55	63,9
Творожный сыр	66	-	-	-	66
Чеснок свежий	3,2	22	2,5	40	1,5
Хрен столовый	3,2	-	-	-	3,2
Укроп свежий	2,7	26	-	-	2
Соль	0,5	-	-	-	0,5
Морская капуста маринованная (шинкованная)	9,6	-	-	+ 26	12,9

Примечание.

¹ первичная обработка – размораживание, сортирование, мойка, разделка, измельчение, очистка;

² для зубатки синей – варка основным способом, для овощей – бланширование.

Таблица 2 – Оптимизированная рецептура фруктово-ягодного кондитерского изделия «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы»

В кг на 100 кг изделия

Компонент	Масса, кг	
	брутто	нетто
Ламинария-сырец	142,4	121,0 ¹
Выход полуфабриката после варки	-	121,0
Сироп:	-	-
Клюква мороженая для пюре ягодного	49,1	41,7 ²
Выход ягодного пюре	-	41,7
Вода	10,1	41,7
Сахар	9,1	36,3
Лимонная кислота	1,0	1,21
Корица		0,121
Выход сиропа	-	121,0
Выход полуфабрикат (ламинарии после ароматизации)	121,0	125,0
Выход (после сушки)	125,0	100,0

Примечание.

¹ потери при первичной обработке и варке ламинарии составляют 15 % от массы направленного сырья;

² потери при первичной обработке ягод брусники составляют 7 % от массы направленного сырья;

³ привес при ароматизации ламинарии в сиропе +3,0 %;

⁴ потери при сушке составляют 20 % от массы направленного сырья.

Таблица 3 – Оптимизированная рецептура мучного изделия «Хлебцы мультизлаковые»

В кг на 100 кг хлебцев

Компонент	Масса, г	
	брутто	нетто
Мука пшеничная	28,9	28,0
Мука овсяная	28,9	28,0
Вода	34,5	34,5
Масло подсолнечное	4,6	4,6
Водоросли сушеные	1,6	1,6
Соль	1,15	1,15
Семена подсолнечника	14,4	11,5
Семена кунжута	6,0	5,75

Примечание.

¹ потери при просеивании муки 3 % от массы направленного сырья;

² потери при первичной обработке семян подсолнечника сырых 20 % от массы направленного сырья.

В результате проведенных исследований разработана рецептура и предложена технология мучного изделия, обогащенного йодом ламинарии беломорской «Хлебцы мультизлаковые». При оптимизации рецептуры по критерию достижения максимальной органолептической оценки готовыми изделиями использован метод нечетких множеств в программном пакете MatLab. Разработана оптимизированная рецептура и предложена технология фруктово-ягодного кондитерского изделия, обогащенного йодом ламинарии беломорской, «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы». Разработана и опти-

мизирована рецептура, предложена технология рыбного кулинарного изделия, обогащенного йодом ламинарии беломорской «Кремчиз фиш из зубатки синей» с оптимизацией рецептуры на основе математических методов. Впервые предложено использовать мясо зубатки синей – малоиспользуемого объекта промысла Северного бассейна – в качестве основного сырья при изготовлении рыбного кулинарного изделия, обогащенного йодом. Предложено технологическое решение, направленное на эффективное снижение оводненности мяса зубатки синей – предварительная тепловая обработка.

Нерациональное питание создает более высокий риск смертности от неинфекционных алиментарно-зависимых заболеваний. Популярное высказывание греческого врача Гиппократа 2500 лет назад «Пусть еда будет вашим лекарством» получило широкое признание в современных условиях. Когда профилактическая помощь так же важна, как и медицинская помощь, адекватное и сбалансированное по основным пищевым нутриентам питание является важным элементом современных технологий здоровьесбережения.

Работа выполнена при поддержке Научно-образовательного центра мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования».

Библиографический список

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. Режим доступа: (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>) / (дата обращения: 01.12.2023).
2. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., & Wood, A. (2019). Food in the anthropocene: The EAT-lancet commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393, 447–492.
3. Gabriel, A.S., Rains, T.M. (2024). Umami Taste as a Component of Healthy Diets. In: San Gabriel, A., Rains, T.M., Beauchamp, G. (eds) *Umami. Food and Health*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32692-9_8
4. Савкина К.Н. Оптимизация рецептуры полифункциональных продуктов питания из ламинарии / Н.Н. Симутина, К.Н. Савкина, С.А. Шиманский, Ю.В. Шокина // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и мол. ученых, Владивосток, 26 нояб. 2022 г. / Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет. Владивосток, 2022. С. 250–254.
5. Peñalver R., Lorenzo J.M., Ros G., Amarowicz R., Pateiro M., Nieto G. Seaweeds as a Functional Ingredient for a Healthy Diet. *Mar. Drugs*. 2020;18:301. doi: 10.3390/md18060301. DOI - 10.3390/md18060301
6. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21: взамен МР 2.3.1.2432 - 08: дата введения 22.07.2021. М.: Роспотребнадзор, 2021. См. Официальный интернет портал электронного фонда правовых и нормативно-технических документов. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/608629034?ysclid=lb4tsj7ath734977854> (дата обращения 28.11.2023).
7. Луковкин С.Б. Элементы нечеткой логики в компьютерном моделировании: методические указания по дисциплине «Компьютерное моделирование» для студентов технических специальностей очной формы обучения / С.Б. Луковкин. Мурманск: Издательство МГТУ, 2011. 38 с.