

# Ламинария производства Архангельского водорослевого комбината в технологиях продуктов питания, обогащенных йодом: опыт разработки и перспективы коммерциализации

## DOI

Доктор технических наук, профессор **Ю.В. Шокина** – профессор кафедры «Технологий пищевых производств»

Аспирант **К.Н. Савкина** – младший научный сотрудник НИЛ «Химия и технология морских биоресурсов»

**Н.Н. Симутина** – Заведующая лабораторией кафедры «Технологий пищевых производств»;

**В.В. Василевич** – Заместитель проректора по научной работе;

Магистрант **П.В. Антонов** –

Мурманский государственный технический университет (ФГАОУ ВО «МГТУ»)

@ shokinayuv@mstu.edu.ru;  
savkinakn2@mstu.edu.ru;  
simutinann@mstu.edu.ru;  
vasilevichvv@mstu.edu.ru;  
antonovpv@mstu.edu.ru

## KELP PRODUCED BY ARKHANGELSK ALGAE FACTORY USED IN IODINE-ENRICHED FOOD: DEVELOPMENT EXPERIENCE AND COMMERCIALIZATION PROSPECTS

Doctor of Technical Sciences, Professor **Shokina Yu.V.** – Professor of the Department of "Food Production Technologies" PhD student **Savkina K.N.** – junior researcher of the Research Institute "Chemistry and Technologies of Marine Bioresources"

**Simutina N.N.** – Head of the laboratory of the Department of "Food Production Technologies";

**Vasilevich V.V.** – Deputy Vice-Rector for Scientific Work;

Master's student **Antonov P.V.** –

Murmansk State Technical University (FSAEI HE "MSTU")

The article presents the results of research on the development of the recipe of the flour product «Rye crispbreads enriched with iodine». The manufacturing technology is proposed and the culinary recipe is developed, ensuring the achievement of the best organoleptic properties. When optimizing the recipe of the product, computer-aided design method (fuzzy logic) was used (via MatLab software package). As an additive for enrichment of the new products with iodine, a commercial product (dried food kelp in the form of a powder with a particle size of less than 200 microns produced by AAF LLC / Arkhangelsk Algae Factory, Arkhangelsk, Russia) was used. The experimentally established iodine content in dried kelp was  $0.40 \pm 0.02\%$  in terms of dry matter. Considering this, the amount of the ingredient that was added to the product was calculated in order to ensure that the final content rate is at least 15% (of the physiological consumption rate) and no more than the maximum daily consumption of 600 micrograms specified in the Methodological Recommendations MP 2.3.1.0253-2021 «Physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation».

### Ключевые слова:

йододефицит, продукты, обогащенные йодом, хлебцы, ламинария

### Keywords:

iodine deficiency, iodine-enriched products, crispbreads, kelp

Актуальным трендом в производстве продуктов питания являются продукты повседневного спроса, обогащенные ценными пищевыми компонентами, формирующими профилактические и даже лечебные свойства, ориентированные на потребителей, стремящихся вести здоровый образ жизни, так называемые, – «здоровые продукты» или «продукты здорового питания» [1].

В настоящее время российскому потребителю предложен широкий ассортимент таких продуктов из мяса и молока, в том числе, комбинированных с добавлением растительного сырья, богатого витаминами, микро- и макроэлементами и биологически-активными веществами. При этом наблюдается узкий ассортимент хлебобулочных

и мучных, а также кондитерских изделий данной категории и наличие высокого неудовлетворенного потребительского спроса на них [2].

Как показало проведенное маркетинговое исследование, наибольший удельный вес в группе хлебобулочных и мучных изделий, среди обогащенных продуктов, имеет хлеб, обогащенный йодом, витаминами и полезными микро- и макроэлементами, а также – хлебцы хрустящие, позиционируемые на рынке как источник пищевых волокон [2].

Коммерческий интерес к данному виду продукции может быть обусловлен возросшим интересом потребителя к здоровому питанию и поиску альтернативных вариантов для быстрого перекуса,

что привело к расширению такой рыночной ниши как производство и изготовление хлебцев. К достоинствам хлебцев потребитель относит то, что они не влияют на уровень холестерина и массу тела, имеют привлекательные органолептические свойства. Специалисты-маркетологи прогнозируют до 2024 г. рост продаж хлебцев в России темпами 0,7-2,5% в год, несмотря на выросшие в 2015-2019 гг. продажи хрустящих хлебцев более чем в 3,2 раза – с 8,26 до 26,13 тыс. тонн [3]. Росту популярности хлебцев поспособствовали розничные торговые сети. На фоне растущего спроса на продукты для здорового питания, крупнейшие ритейлеры начали выделять целые полки под такую продукцию. Дальнейшее расширение ассортимента хлебцев, за счет изделий с улучшенными органолептическими и потребительскими свойствами, привлекательными для конечного покупателя, также будет способствовать развитию производства.

Расширение ассортимента обогащенных продуктов питания повседневного спроса возможно путем варьирования состава рецептур, с включением физиологически функциональных пищевых ингредиентов (ФФПИ) из рекомендованного перечня [1]. Такой подход позволит усилить профилактику социально значимых неинфекционных заболеваний населения Российской Федерации, в том числе, заболеваний эндокринной системы, обусловленных дефицитом йода.

При разработке новых обогащенных технологий целесообразно базироваться на хорошо известных производителям продуктах, зарекомендовавших себя у потребителей. Такой подход сократит затраты времени на исследования и облегчит вывод новинок с повышенной пищевой и биологической ценностью на рынок.

Расширение ассортимента, обогащенных продуктов питания повседневного спроса, названо необходимым условием и одной из главных задач развития пищевой и перерабатывающей промышленности в Российской Федерации на ближайшую перспективу, что подтверждено ключевыми положениями Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2030 года (с изменениями на 13 января 2017 г.) [4].

Бурая водоросль ламинария, добываемая в Белом море и перерабатываемая на Архангельском водорослевом комбинате – старейшем в России предприятии по переработке морских трав, является богатейшим источником йода. Установленное экспериментально содержание йода в 100 г порошка сушеной пищевой ламинарии достигает значений от 0,38 до 0,42 г, что в десятки раз выше рекомендуемой физиологической нормы суточного потребления взрослым человеком [5].

Ламинария беломорская, в виде порошка производства АО «АВК» (Архангельский водорослевый комбинат), имеет сбалансированный макро- и микроэлементный состав, содержит витамины в количествах в 100-1000 раз выше, чем наземные растения. Кроме того, ламинария богата полиненасыщенными жирными кислотами, хлорофиллом, фенольными соединениями, фитостеринами, растительными ферментами, а также – лигни-

В статье представлены результаты исследований по разработке рецептуры мучного изделия «Хлебцы ржанные, обогащенные йодом». Предложена технология изготовления и разработана рецептура изделия, обеспечивающие достижение лучших органолептических свойств. При оптимизации рецептуры применен современный метод автоматизированного проектирования (нечеткая логика) в программном пакете MatLab. В качестве добавки, обогащающей новые продукты йодом, использован коммерческий продукт – ламинария пищевая сушеная в виде порошка с размером частиц менее 200 мкм производства ООО «АВК» (Архангельский водорослевый комбинат, г. Архангельск, Россия). Экспериментально установленное содержание йода в ламинарии сушеной беломорской составило  $0,40 \pm 0,02\%$  в пересчете на сухое вещество. С учетом этого содержания было рассчитано количество ингредиента, которое вносили в сырьевой набор при изготовлении хлебцев, для обогащения их йодом, с тем, чтобы обеспечить содержание в готовом изделии на уровне не менее 15% от физиологической нормы потребления и не более предельного суточного потребления в 600 мкг, указанных в Методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-2021 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

нами, пектином и другими биологически ценными компонентами [6].

С учетом изложенного выше, главной целью проводимых исследований является разработка технологических решений, направленных на расширение ассортимента мучных изделий, обогащенных йодом ламинарии беломорской, для профилактики заболеваний, обусловленных дефицитом йода.

Обзор научной и технической литературы и проведенный патентный поиск показал, что в последние годы активно ведутся исследования в области разработки новых, обогащенных ценными пищевыми компонентами, мучных изделий, которые занимают значительное место в рационе россиян [7-11].

Предложен способ производства широкого ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий (8 сортов хлеба и 10 сортов мучных кондитерских изделий) с использованием ржаного сырья – муки обдирной, обойной и ржаного солода для обогащения готовой продукции пищевыми волокнами и снижения ее энергетической ценности (калорийности) при сохранении пищевой [7]. Употребление новых сортов хлеба в количестве 200 г в сутки способно покрыть более 30% суточной потребности человека в пищевых волокнах. Все новые мучные кондитерские изделия отличаются от представленных на потребительском рынке аналогов, как и новые сорта хлеба, в сторону уменьшения калорийности (до 10%) и повышения (до 212,5%) содержания пищевых волокон.

Разработана технология изготовления ржано-пшеничного хлеба, обогащенного йодом в составе

йодсодержащего пектинового экстракта, которая, параллельно с обогащением, решает проблему снижения качества хлебопекарной муки [8]. Использование анионноактивных и поверхностно-активных веществ в составе пектинового экстракта способствует укреплению клейковины ржаной муки, повышению ее эластичности и упругости. При этом йод вводится в хлеб в связке с белком – казеином, что резко повышает биодоступность йода для организма человека.

По аналогичному пути пошли разработчики технологии пшеничного хлеба, обогащенного органической формой йода и цинка, предложив использовать, в качестве носителя йода, низкомолекулярные пептиды соевого белка [9]. Примененное технологическое решение позволило улучшить потребительские и физико-химические свойства хлеба, обеспечив содержание йода и цинка в готовом изделии на уровне от 20 до 30% от физиологической нормы потребления.

Тем не менее, стремление современного человека снизить до минимума суточное потребление хлеба, позиционируемого диетологами как

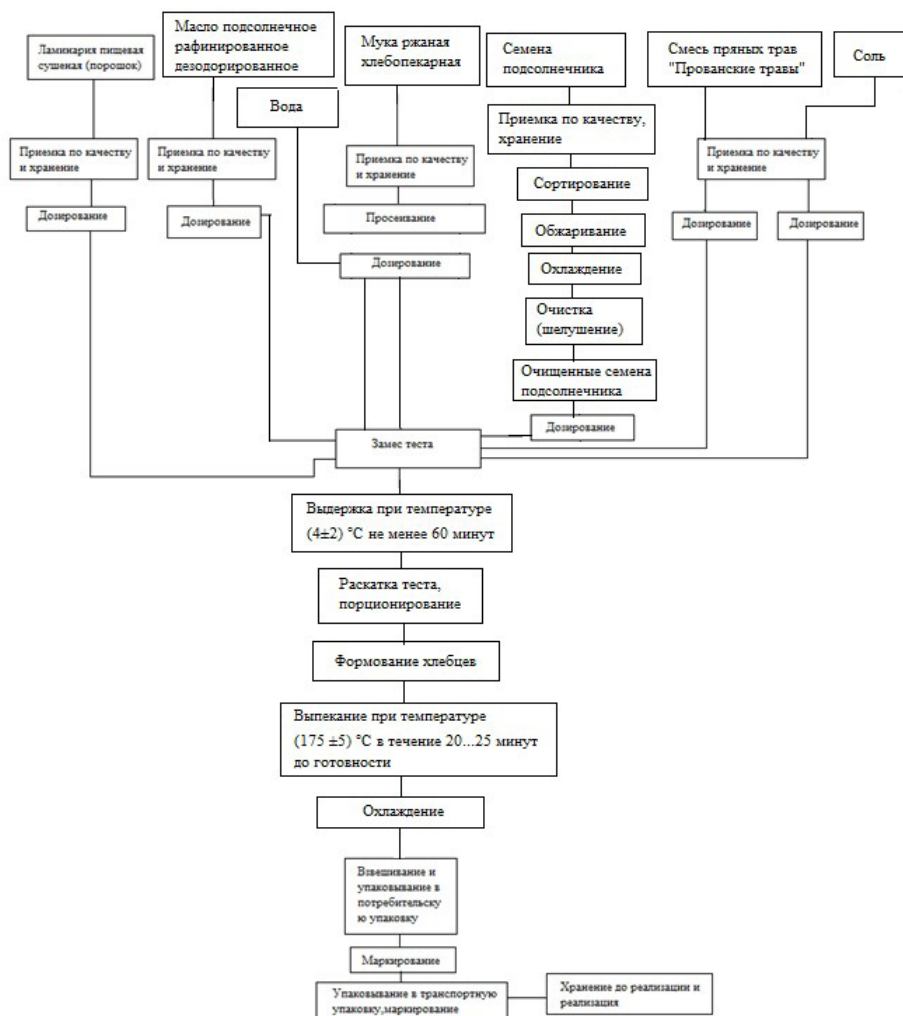
источник «лишних» калорий, не несущий в себе большой пользы, перечеркивает все перечисленные достоинства новинок, в том числе – новых сортов хлеба, обогащенных белково-витаминно-минеральным ингредиентом (БВМИ) и витаминно-минеральными смесями [10].

Более перспективным на этом фоне выглядит подход, который применили специалисты Орловского государственного аграрного университета им. Н.В. Парахина при разработке способа производства ржано-пшеничных вафельных хлебцев, обогащенных йодом. Способ подразумевает изготовление вафельных хлебцев по общепринятой технологической схеме и новой рецептуре, включающей муку пшеничную хлебопекарную, масло растительное, сахар, соль, порошок из бурых водорослей, ржаную муку, порошок из тыквенных семечек, предварительно высушенных до влажности 5-6%, и ванильный сахар. [11].

Предложенная рецептура позволяет повысить пищевую ценность хлебцев и усвояемость йода из продукта, а также улучшает органолептические показатели и увеличивает срок годности хлебцев.

Однако специфические органолептические свойства вафельных хлебцев (низкая массовая доля влаги в составе хлебцев, высокая хрупкость и ломкость, образование острых кусочков при разгрызании, могущих нанести ущерб и привести к повреждению ротовой полости детей и пожилых людей) сужают возраст основной потребительской аудитории этого полезного продукта до 15-50 лет, что снижает эффективность нового продукта, как средства профилактики дефицита йода.

В Мурманском государственном техническом университете разработано технологическое решение, которое предусматривает использование, в качестве основного сырья, ржаной хлебопекарной муки, воды, масла подсолнечного рафинированного дезодорированного, соли пищевой, смеси пряных трав «Прованские травы», семян подсолнечника обжаренных, а также – порошка ламинарии беломорской (производства ООО «АВК», Архангельский водорослевый комбинат). Последняя вводится в состав рецептуры для обогащения йодом готовой продукции. Пред-



**Рисунок 1.** Технологическая схема изготовления мучного изделия «Хлебцы ржаные, обогащенные йодом»

**Figure 1.** Technological scheme for the manufacture of flour products "Rye bread enriched with iodine"

**Таблица 1.** Характеристика эксперимента по оптимизации рецептуры мучного изделия «Хлебцы ржаные, обогащенные йодом» / **Table 1.** Characteristics of the experiment on optimizing the recipe of the flour product "Rye bread enriched with iodine"

Переменная	Диапазон варьирования переменной	Лингвистический терм	Характеристика термина
Входные переменные			
$X_1$ , семена (semena) подсолнечника, % от массы сырьевого набора*	от 5 до 10	мало (malo)	5,0
		средне (sredne)	7,5
		много (mnogo)	10,0
$X_2$ , пряная смесь «Прованские травы» (pryanosty), % от массы сырьевого набора*	от 1 до 3	мало (malo)	1,0
		средне (sredne)	2,0
		много (mnogo)	3,0
Выходная переменная			
$X_3^1$ , комплексный показатель (komplekspokazatel), усл. ед.	От 0,6 до 1,0	очень желательно	от 0,60 до 0,68
		не очень желательно	от 0,69 до 0,78
		удовлетворительно	от 0,79 до 0,84
		желательно	от 0,85 до 0,97
		очень желательно	от 0,98 до 1,00

**Примечание:**<sup>1</sup> Комплексный показатель К, усл. ед., рассчитывают по формуле:

$K = 0,75 \cdot (\text{Орг факт. балл}) / (\text{Орг эталон. балл}) + 0,25 \cdot (\text{Тверд факт. Н}) / (\text{Тверд эталон. Н})$ , значение  $K = 1$  свидетельствует о полном соответствии опытного образца хлебцев характеристикам образца-эталона,

где 0,75 и 0,25 – экспертные коэффициенты весомости учитываемых показателей:

Орг. факт. и Орг. эталон, балл – суммарный балл органолептической оценки опытного образца (установлена по результатам расширенной дегустации) и образца-эталона (составляет 5 баллов, по разработанной 5-балльной шкале органолептической оценки хлебцев);

Тверд. факт и Тверд. эталон, Н – значение показателя «твердость», измеренного инструментально на приборе «Texture Analyzer FRTS Series» для опытного образца хлебцев и образца-эталона (составляет 4,25 Н и соответствует значению для опытного образца хлебцев, получившего максимальную оценку экспертов-дегустаторов)

**Таблица 2.** База знаний (Rules) / **Table 2.** Knowledge Base (Rules)

Но правила п/п весомости правила	Правило	Коэффициент
1	Если $X_1$ (semena) мало, то $X_3$ (komplekspokazatel) очень нежелательно	1,0
2	Если $X_1$ (semena) много, то $X_3$ (komplekspokazatel) очень нежелательно	1,0
3	Если $X_2$ (pryanosty) мало, то $X_3$ (komplekspokazatel) не очень желательно	1,0
4	Если $X_2$ (pryanosty) много, то $X_3$ (komplekspokazatel) не очень желательно	1,0
5	Если $X_1$ (semena) средне и $X_2$ (pryanosty) средне, то $X_3$ (komplekspokazatel) желательно	0,8
6	Если $X_1$ (semena) мало и $X_2$ (pryanosty) много, то $X_3$ (komplekspokazatel) очень нежелательно	0,8
7	Если $X_1$ (semena) много и $X_2$ (pryanosty) мало, то $X_3$ (komplekspokazatel) желательно	0,8

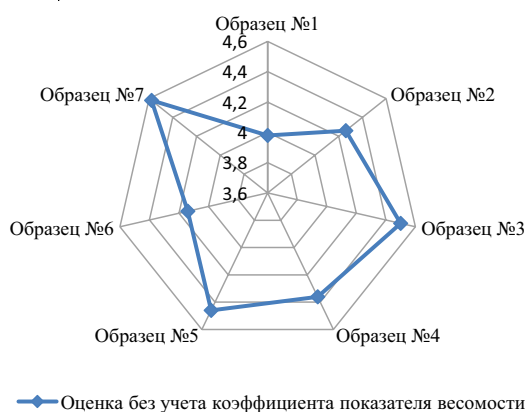
лагаемая технология включает все основные этапы изготовления бездрожжевого мучного изделия, по своим потребительским характеристикам занимающего промежуточное положение между крекером и затяжным печеньем. Аналогичные, по своим потребительским свойствам, мучные изделия уже представлены на российском потребительском рынке под товарным наименованием «Хлебцы» (например, продукция под товарным знаком «ВН» – «Baker House» (производитель ООО «РКК», Московская область, входит в десятку крупнейших производителей мучных и кондитерских изделий в Российской Федерации).

Предлагаемая технология изготовления мучного изделия «Хлебцы ржаные, обогащенные йодом», кратко может быть описана следующим образом. В ржаную муку, по ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия», добавляют воду (СанПиН 2.1.3684-2021) и подсолнечное масло (ГОСТ 1129-2013 «Масло подсолнечное. Технические условия»), затем – смесь сушеных измельченных пряных трав «Прованские травы» в составе: тимьян, розмарин, шалфей, базилик, чабер, перечная мята, орегано, майоран, а также порошок сушеной ламинарии (по действующей норма-

тивной и технической документации), соль (ГОСТ Р 51574-2018 «Соль пищевая. Общие технические условия»), после чего замешивают тесто. Тесто выдерживают при температуре от  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  не менее 60 мин., после чего раскатывают. На поверхность раскатанного теста равномерно наносят обжаренные и очищенные семена подсолнечника (ГОСТ 22391-2015 «Подсолнечник. Технические условия») и формируют хлебцы в виде прямоугольников размером  $(50 \pm 5) \times (15 \pm 2) \times (1,5 \pm 0,5)$  мм. Заготовки хлебцев выпекают при температуре  $175 \pm 5^\circ\text{C}$  в течение 20-25 мин. до готовности. Готовые хлебцы охлаждают до температуры не выше  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ , расфасовывают в потребительскую упаковку (ламинированные картонные коробки или пакеты из полимерных материалов с картонными подложками) и хранят до реализации при температуре  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение не более 60 суток.

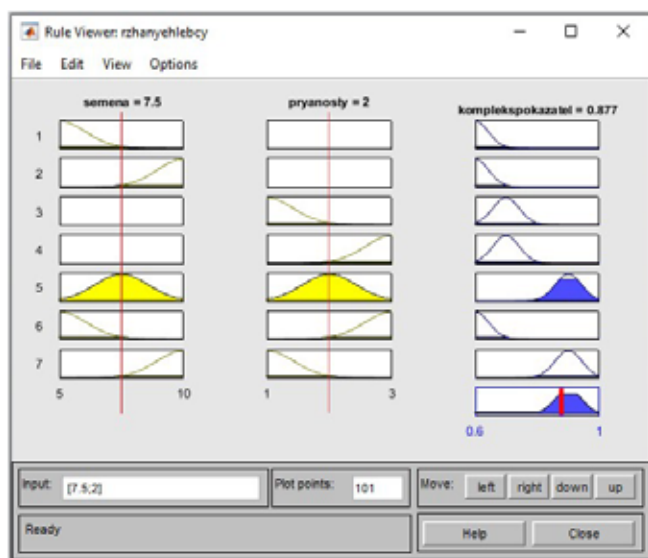
Количество, добавляемой в виде порошка, сушеной ламинарии (1600 г на 100 кг теста) определено расчетным путем, исходя из установленной экспериментально массовой доли йода в сушеной ламинарии. Это количество должно обеспечить содержание йода в одной порции хлебцев массой 50 г не менее 15% суточной физиологической





**Рисунок 2.** Органолептическая оценка (суммарный балл) опытных образцов хлебцев

**Figure 2.** Organoleptic evaluation (total score) of bread samples



**Рисунок 3.** Визуализация нечеткого вывода

**Figure 3.** Visualization of fuzzy output

нормы потребления, установленной в Российской Федерации [1] (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.

Массовую долю йода в порошке ламинарии беломорской определяли экспериментально фотокolorиметрическим методом по ГОСТ 26185-84 «Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа». Хлебцы имеют умеренно плотную, не твердую и не хрупкую, консистенцию, сбалансированный и гармоничный, пряный вкус и аромат, свойственный компонентам рецептуры. Технологическая схема изготовления хлебцев представлена на рисунке 1.

Рецептуру хлебцев оптимизировали, применив компьютерную программу автоматизиро-

ванного проектирования рецептур многокомпонентных пищевых продуктов, в основе которой лежит метод нечеткой логики, реализованный в программном пакете MatLab [12]. Параметром оптимизации (выходная переменная  $X_3$ , условная единица) выбран комплексный показатель  $K$ , характеризующий, одновременно с установленной экспертным методом весомостью отдельных показателей, органолептическую оценку хлебцев, с использованием разработанной пятибалльной шкалы, а также, инструментально измеренную на приборе «Texture Analyzer FRTS Series», реологическую характеристику «твердость». Влияющими факторами выбраны компоненты рецептуры, в наибольшей степени формирующие потребительские свойства мучного изделия, а именно: доля обжаренных очищенных семян подсолнечника ( $X_1\%$  от массы нетто полуфабриката до тепловой обработки) и доля пряных трав ( $X_2\%$  от массы нетто сырьевого набора) в сырьевом наборе. Критерий оптимальности – достижение максимально возможной органолептической оценки хлебцев в выбранном диапазоне значений влияющих факторов. Характеристика эксперимента представлена в таблице 1.

В таблице 2 представлена база знаний (Rules), характеризующая условия эксперимента и результат оценки показателя  $K$  в опытных образцах хлебцев.

На рисунке 2 представлены результаты органолептической оценки опытных образцов хлебцев, изготовленных по рецептурам, в соответствии с таблицей. 2.

Результаты проектирования оптимальной рецептуры в программе MatLab представлены на рисунках 3-4, в виде визуализации нечеткого вывода (рис. 3) и поверхности отклика (рис. 4).

Полученные оптимальные значения ключевых компонентов рецептуры, формирующих потребительские свойства хлебцев, учтены в рецептуре (табл. 3), вошедшей в техническую документацию на новые мучные изделия, обогащенные йодом ламинарии беломорской производства ООО «АВК» (Архангельский водорослевый комбинат, г. Архангельск, Россия).

Опытные образцы хлебцев, изготовленные по оптимальной рецептуре, показали хорошую сходимость показателя  $K$  с результатами математического моделирования и высокий суммарный балл органолептической оценки экспертов-дегустаторов. Энергетическая ценность и химический состав 100 г хлебцев приведена в таблице 4.

Подводя промежуточные итоги проведенных исследований можно сделать вывод о том, что включение в состав базовых рецептур мучных изделий повседневного спроса обогащающего ингредиента позволяет существенно расширить ассортимент высоко востребованных на современном российском рынке продуктов питания, направленных на коррекцию проблем с рационом и профилактику социально значимых неинфекционных заболеваний.

Исследованиями доказана целесообразность использования продукции ООО «АВК» – ламина-

рии пищевой сушеной в виде порошка с размером частиц менее 200 мкм в технологии новых мучных изделий – хлебцев ржаных, обогащенных йодом. Установленное экспериментально содержание йода в составе использованной ламинарии (от 0,38 до 0,42% в пересчете на сухое вещество) и рассчитанная с его учетом, а также с учетом рекомендаций производителя дозировка ингредиента в рецептуре хлебцев, позволяет классифицировать готовый продукт как обогащенный в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения».

Благодаря оптимизации рецептуры мучного изделия с использованием современного математического метода автоматизированного проектирования рецептур поликомпонентных продуктов (модуль Fuzzy Logic в программе MatLab), удалось достигнуть уровня качества продукции (органолептические свойства) близкого к 100%.

Дальнейшие исследования будут направлены на установление сохраняемости йода в составе хлебцев в процессе хранения, в зависимости от вида потребительской упаковки, условий, сроков и разработке, по результатам рекомендаций для производителей продукции.

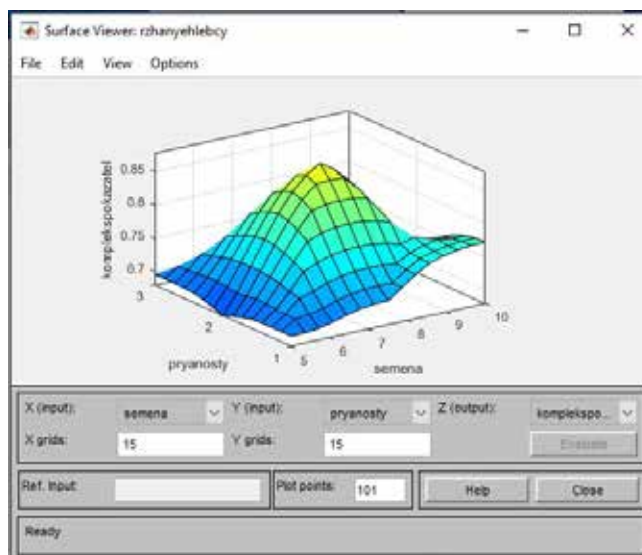
*Работа выполнена при поддержке Научно-образовательного центра мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования».*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: Ю.В. Шокина – идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная*

*проверка статьи; К.Н. Савкина – сбор и анализ данных, подготовка статьи; Н.Н. Симутина – сбор и анализ данных, подготовка статьи; В.В. Василевич – подготовка заключения, подготовка статьи; П.В. Антонов – подготовка и анализ базы данных.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: Yu.V. Shokina – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; K.N. Savkina – data collection and analysis, preparation of the article; N.N. Simutina – data collection and analysis, preparation of the article; V.V. Vasilevich – preparation of the conclusion,*



**Рисунок 4.** Поверхность отклика  
**Figure 4.** Response surface

**Таблица 3.** Оптимальная рецептура мучных изделий «Хлебцы ржаные, обогащенные йодом ламинарии беломорской», в кг на 100 кг мучных изделий / **Table 3.** Optimal recipe of flour products "Rye bread enriched with iodine of kelp of the White Sea", in kg per 100 kg of flour products

Компонент	Масса, кг	
	брутто	нетто
Мука ржаная	87,0	84,4 <sup>1</sup>
Вода	50,0	50,0
Семечки подсолнечные	13,0	11,7 <sup>2</sup>
Масло растительное	5,0	5,0
Пряности «Прованские травы»	3,1	3,1
Порошок ламинарии	1,6	1,6
Соль	1,0	1,0

**Примечание:** <sup>1</sup> потери при просеивании муки составляют 3% от массы направленного сырья;

<sup>2</sup> потери при очистке и первичной обработке семян подсолнечника составляют 10% от массы направленного сырья

**Таблица 4.** Химический состав и энергетическая ценность мучных изделий «Хлебцы ржаные, обогащенные йодом» / **Table 4.** Chemical composition and energy value of flour products "Rye bread enriched with iodine"

Химический состав, г на 100 г продукта						Энергетическая ценность 100 г продукта <sup>3</sup> кДж (ккал)
вода	жир	белок <sup>1</sup>	углеводы <sup>2</sup>	зола общая	зола в том числе соль	
3,94	4,24	8,10	81,41	2,31	1,0	1661 (392)

**Примечание:** <sup>1</sup> массовую долю белка определяли умножением массовой доли общего азота на коэффициент 5,7 (ГОСТ 25832-89);

<sup>2</sup> массовую долю углеводов определяли расчетным методом (100 – белок, вода, жир, зола);

<sup>3</sup> в соответствии с требованиями округления значений количества белков, жиров, углеводов и энергетической ценности Приложения 3 к ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» (табл. 1, табл. 2).

preparation of the article; P.V. Antonov – preparation and analysis of the database.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. 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. Офиц. интернет портал электронного фонда правовых и нормативно-технических документов <https://docs.cntd.ru/document/608629034?ysclid=lb4tsj7ath734977854>
1. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various population groups of the Russian Federation Methodological recommendations MP 2.3.1.0253-21: instead of MP 2.3.1.2432—08: date of introduction 22.07.2021.- Moscow: Rospotrebnadzor, 2021. See official. Internet portal of the electronic fund of legal and regulatory documents <https://docs.cntd.ru/document/608629034?ysclid=lb4tsj7ath734977854>
2. Савкина К.Н. Исследование регионального рынка мучных изделий с целью обоснования разработки инновационных технологий продукции, обогащенной йодом / К.Н. Савкина, Ю.В. Шокина // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. – Мурманск, 2021. – № 1. – С. 26-38.
2. Savkina K.N. Research of the regional market of flour products in order to substantiate the development of innovative technologies of products enriched with iodine / K.N. Savkina, Yu.V. Shokina // News of higher educational institutions. The Arctic region. – Murmansk, 2021. – No. 1. – Pp. 26-38.
3. Анализ рынка хрустящих хлебцев в России – 2022 : сайт магазина исследований РБК. – URL: <https://tebiz.ru/assets/pdf/mi/rynok-khrustiyaschikh-khlebtsev-v-rossii.pdf> (дата обращения 23.11.22).
3. Analysis of the crusty bread market in Russia – 2022: RBC research store website. – URL: <https://tebiz.ru/assets/pdf/mi/rynok-khrustiyaschikh-khlebtsev-v-rossii.pdf> (accessed 23.11.22).
4. Об утверждении Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года (вместе с «Планом мероприятий по реализации стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года»): Распоряжение Правительства Рос. Федерации № 2798-р: от 26 ноября 2019 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2019. – № 48. – Ст. 6905.
4. On approval of the Strategy for the Development of the Fisheries Complex of the Russian Federation for the period up to 2030 (together with the "Action Plan for the implementation of the strategy for the development of the Fisheries complex of the Russian Federation for the period up to 2030"): Decree of the Government of the Russian Federation. Federation No. 2798-r: dated November 26, 2019 // Collection of Legislation of the Russian Federation. – 2019. – No. 48. – St. 6905.
5. Симутина Н.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. Simutina N.N. Optimization of the formulation of multifunctional food products from kelp / N.N. Simutina, K.N. Savkina, S.A. Shimansky, Yu.V. Shokina // Comprehensive research in the fisheries industry : materials of the VII International Scientific and Technical conf. of students, postgraduates and young people. Scientists, Vladivostok, November 26, 2022 / Far Eastern State Technical Fisheries University. – Vladivostok, 2022. – pp. 250-254.
6. Архангельские водоросли. Официальный сайт ООО АВК Архангельский водорослевый комбинат: сайт. – URL: <https://vodoroslionline.ru/product/vodorosli-belomorskie-pishchevye-laminariya-poroshok/> (дата обращения 23.11.2022).
6. Arkhangelsk algae. The official website of AVK Arkhangelsk Algae Plant LLC: website. – URL: <https://vodoroslionline.ru/product/vodorosli-belomorskie-pishchevye-laminariya-poroshok/> (accessed 11/23/2022).
7. Лаптева Н.К. Ассортимент хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья и его роль в питании современного человека/ Н.К. Лаптева // Достижения науки и техники АПК. – Москва, 2012. – № 6. – С. 75-78.
7. Lapteva N.K. Assortment of bakery and flour confectionery products using rye raw materials and its role in the nutrition of modern man/ N.K. Lapteva // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – Moscow, 2012. – No. 6. – Pp. 75-78.
8. Заикина М.А. Применение йодсодержащего пектинового экстракта в технологии хлеба / М.А. Заикина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК-продукты здорового питания. – Воронеж, 2020. – № 4. – С. 8-12.
8. Zaikina M.A. Application of iodine-containing pectin extract in bread technology / M.A. Zaikiina // Technologies of food and processing industry. Agro-industrial complex-healthy food products. – Voronezh, 2020. – No. 4. – Pp. 8-12.
9. Лыгденов Д.В. Разработка рецептуры и оценка потребительских свойств хлеба пшеничного, обогащенного органической формой йода и цинка / Д. В. Лыгденов, С. Д. Жамсаранова, Т. С. Козлова, Е. В. Сордонова // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2018. – № 6 (141). – С. 193-198.
9. Lygdenov D.V. Formulation development and evaluation of consumer properties of wheat bread enriched with organic form of iodine and zinc / D. V. Lygdenov, S. D. Zhamsaranova, T. S. Kozlova, E. V. Sordonova // Bulletin of KrasGAU. – Krasnoyarsk, 2018. – No. 6 (141). – Pp. 193-198.
10. Суворов И.В. Разработка витаминно-минеральных смесей для обогащения пшеничной муки и хлебобулочных изделий: специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»: автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. техн. наук / И.В. Суворов; МГУТУ им. К.Г. Разумовского. – Москва, 2011. – 26 с.
10. Suvorov I.V. Development of vitamin and mineral mixtures for enriching wheat flour and bakery products: specialty 05.18.01 "Technology of processing, storage and processing of cereals, legumes, cereals, fruit and vegetable products and viticulture": abstract. diss. for the academic degree of Candidate of Technical Sciences / I.V. Suvorov; MGUTU named after K.G. Razumovsky. – Moscow, 2011. – 26 p.
11. Обогащенные ржано-пшеничные вафельные хлебцы: № 2732439: заявлено 22.01.2020: опубликовано 16.09.2020 / Ковалева О.А., Киреева О.С., Здрабова Е.М., Поповичева Н.Н.; заявитель Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахтина. – 5 с.
11. Enriched rye-wheat waffle loaves: No. 2732439: announced 22.01.2020: published 16.09.2020 / Kovaleva O.A., Kireeva O.S., Zdrabova E.M., Popovicheva N.N.; applicant Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhtin. – 5 p.
12. 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.
12. Lukovkin S.B. Elements of fuzzy logic in computer modeling: guidelines on the discipline "Computer modeling" for students of technical specialties of full-time education / S.B. Lukovkin. – Murmansk: MSTU Publishing House, 2011. – 38 p.