

## ПОЛУЧЕНИЕ СОЕВОГО БЕЛКОВОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА БЕЗДЫМНОГО КОПЧЕНИЯ

G.A. Kodirova, G.V. Kubankova

### RECEIVING SOY PROTEIN PRODUCT BY MEANS OF SMOKELESS SMOKING METHOD

**Кодирова Г.А.** – канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаб. технологии переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского НИИ сои, г. Благовещенск.

E-mail: kodigalya@mail.ru

**Кубанкова Г.В.** – ст. науч. сотр. лаб. технологии переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского НИИ сои, г. Благовещенск.

E-mail: kgv.galina@mail.ru

**Kodirova G.A.** – Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Technology of Processing of Agricultural Production, All-Russia Research and Development Institute for Soybean, Blagoveshchensk.

E-mail: kodigalya@mail.ru

**Kubankova G.V.** – Senior Staff Scientist Lab. of Technology of Processing of Agricultural Production, All-Russia Research and Development Institute for Soybean, Blagoveshchensk.

E-mail: kgv.galina@mail.ru

Представлены результаты исследований, проведенных во Всероссийском научно-исследовательском институте сои (г. Благовещенск), по совершенствованию технологии получения соевого белкового продукта в виде тофу с применением метода бездымного копчения. Теоретически обоснована и экспериментально доказана целесообразность применения копильных препаратов в технологии белкового продукта. Разработана технология процесса производства соевого белкового продукта с ароматом копчения, включающая следующие операции: мойка соевого зерна, очистка, замачивание, измельчение и экстракция в водном растворе копильного препарата, получение соевого молока, его фильтрация, коагуляция, осаждение соевого белка и прессование. С целью прогнозирования качества готового продукта применена математическая модель, позволявшая рассчитать количество и соотношение копильного препарата, тем самым регулируя как единичные показатели качества готового продукта (вкус, запах, цвет), так и общее восприятие. Установлены оптимальные параметры технологического процесса: массовая доля копильного препарата – 5 %, соотношение зерно сои и водного раствора дыма – 1:8, влажность готового продукта –  $82 \pm 1$  %. С учетом полученных параметров разработана

технологическая схема производства соевого белкового продукта в виде тофу с ароматом копчения. Приведена оценка органолептических, физико-химических и микробиологических показателей разработанной продукции. Данная технология позволила исключить бобовый запах и привкус, получив продукт с повышенными органолептическими свойствами при удовлетворительном сроке хранения по сравнению с классическим тофу.

**Ключевые слова:** соя, соевый белковый продукт, тофу, копильный ароматизатор, технологический процесс.

The results of the research, conducted at All-Russian Scientific Research Institute of Soybean (Blagoveshchensk), on improving the technology of producing soy protein product in the form of tofu using smokeless smoking method are presented. The reasonability for application of smoke flavoring preparations in protein product technology are theoretically grounded and experimentally proved. The technology for the production process of soy protein product with a smoking aroma has been developed including the following operations: washing of soybean grain, cleaning, soaking, grinding and extraction of the smoke flavoring preparation in water solution, obtaining soy milk, filtering it, coagulation, soy protein settling and pressing. In order to predict the quality of finished product, mathematical model

*was applied which allowed to calculate the quantity and ratio of the smoke flavoring preparation, thereby regulating both indicators of the quality of finished product (taste, smell, color) and general perception. Optimal parameters of technological process are established: the mass fraction of smoke flavoring preparation is 5 %, the ratio of soybean grain and water solution of smoke is 1:8, and the humidity of finished product is 82±1 %. Basing on obtained parameters, technological scheme for the production of soy protein product in the form of tofu with a smoking aroma has been developed. The assessment of organoleptic, physical and chemical and microbiological indicators of developed products is given. This technology made it possible to exclude bean smell and taste, having obtained the product with increased organoleptic properties, with a satisfactory shelf life, compared to classic tofu.*

**Keywords:** *soybean, soy protein product, tofu, smoke flavoring, technological process.*

**Введение.** Одним из путей решения проблемы дефицита белка является введение в рацион питания высокобелковых продуктов из растительного сырья. Промышленное освоение новых технологий их производства в настоящее время – одно из основных направлений увеличения ресурсов продовольствия и инструмент совершенствования структуры питания населения. В числе сельскохозяйственных культур, применяемых в производстве пищевых продуктов, широкое распространение получила соя как источник полноценного растительного белка с высокой биологической ценностью. Зерно этой культуры используют в различных отраслях пищевой промышленности: молочной, кондитерской, мясной, масложировой и др. Перспективным направлением является переработка зерна сои для получения на его основе соевого молока, которое используется в качестве самостоятельного сырьевого источника для приготовления различных соевых продуктов, в том числе и тофу [1–3].

Тофу – универсальный и диетический продукт с низким содержанием жиров и углеводов, получаемый на основе соевого молока. Отличается высоким содержанием полноценного, легкоусвояемого белка, сравнимого по своему аминокислотному составу и биологической цен-

ности с белком мяса, к тому же является отличным источником изофлавонов [1, 4–6].

Традиционный способ получения тофу заключается в приготовлении белковой суспензии путем дезинтеграции зерна сои в водной среде, разделении суспензии на нерастворимый остаток и белковую дисперсную систему (соевое молоко), а также коагуляцию белка в ней [4, 5]. Однако данный способ имеет некоторые недостатки – наличие соевого привкуса в готовом продукте и относительно короткий срок хранения. Поэтому актуальным для устранения этих недостатков и разнообразия вкусовых качеств является смешивание его со специями, пряностями или любыми продуктами, у которых ярко выражены вкусоароматические свойства. Например, использование ароматизаторов, обеспечивающие привкус и запах копчения [6]. Обычно для получения такого эффекта используют традиционные технологии копчения в коптильных аппаратах. Но более перспективным при этом является способ бездымного копчения.

Преимущество бездымного копчения заключается в том, что сокращается продолжительность процесса копчения, появляется возможность точно и быстро дозировать необходимые коптильные ингредиенты, а важным показателем является отсутствие в коптильных препаратах канцерогенных соединений. Путем бездымного копчения можно добиться не только улучшения аромата, вкуса, цвета продукта, но и его защиты от окислительной микробиальной порчи, тем самым расширив ассортимент новыми пищевыми продуктами, с пролонгированными сроками годности [7–10].

**Цель исследований.** Получение соевого белкового продукта в виде тофу с высокими органолептическими показателями и хранимоспособностью с использованием метода бездымного копчения.

**Объекты и методы исследований.** Исходным сырьем для получения соевого белкового продукта служило зерно сои сортов селекции ВНИИ сои. Объектами исследований являлись традиционный сыр тофу по ТУ 9146-299-37676459-2014, соевый белковый продукт в виде тофу с ароматом копчения, коптильный ароматизатор (П) «Жидкий дым» по ТУ 9199-004-55482687-05.

Физико-химические и микробиологические показатели готового продукта определяли по общепринятым методикам: влага – ГОСТ 3626-73, белок – ГОСТ 25179-90, жир – ГОСТ 5867-90, углеводы – ГОСТ 26176-91, зола – ГОСТ 51411-99, активную кислотность – ГОСТ 32892-2014, количество мезофильных и аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и бактерии группы кишечной палочки (БГКП) – ГОСТ Р 53430-2009. Органолептическую оценку готового продукта проводили методом присвоения рейтинга и начисления баллов в соответствии с ГОСТ ISO 6658:2016.

Обработка экспериментальных данных осуществлялась методом множественного регрессионного анализа с использованием программы Statistica 6.0.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Известно, что для производства безопас-

ных продуктов питания актуальным является создание и использование барьерных технологий, гарантирующих микробиологическую стойкость и улучшение сенсорных свойств готовых продуктов. С учетом данных фактов нами была разработана технология получения соевого белкового продукта в виде тофу с ароматом копчения, элементы которой подтверждены патентом РФ № 2561270 [11]. Данный способ предусматривает получение белковой суспензии путем дезинтеграции семян сои в водной среде, разделение суспензии на жидкую и нерастворимую фракции, коагуляцию белковых веществ в ней, отделение коагулята и его формирование. Особенность технологического процесса состоит в том, что в качестве водной среды используется раствор коптильного ароматизатора «Жидкий дым» (табл. 1).

Таблица 1

**Физико-химические показатели коптильного препарата «Жидкий дым»**

Показатель	Коптильный ароматизатор «Жидкий дым»
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	1,13 ± 0,07
Массовая доля сухого остатка, %	13,55 ± 4,45
Массовая доля фенолов (в пересчете на гваякол), %	2,55 ± 0,95
Массовая доля кислот (в пересчете на уксусную кислоту), %	8,30 ± 1,70
Массовая доля карбонильных соединений (в пересчете на фурфурол), %	22,50 ± 7,50
Соотношение фенолы : карбонильные соединения : органические кислоты	1:9:3

Этот препарат является рафинированным водным конденсатом древесного дыма, полученным путем пиролиза листовых пород древесины (ольховых опилок), и представляет собой жидкость темно-коричневого цвета с выраженным ароматом копчения. Содержит в себе сбалансированный и разнообразный по составу спектр фенольных соединений и органических кислот, которые определяют органолептические свойства готового продукта, при этом обеспечивая высокий бактерицидный и антиокислительный эффекты копчения [8, 9].

Наряду с этим соотношение основных коптильных компонентов (фенолов, кислот и карбонильных соединений) в коптильном препарате

«Жидкий дым» указывает на их неоднородность, что затрудняет прогнозирование качества готового продукта. Поэтому одной из основных задач исследований являлось определение оптимальных параметров технологического процесса получения соевого белкового продукта с использованием метода бездымного копчения, при которых достигается качество готового продукта отвечающее бы требованиям потребителя.

Установление оптимальных параметров осуществлялось с использованием математического планирования эксперимента на основе органолептических свойств опытных образцов, приготовленных при различных технологических параметрах.

Регулированию и оптимизации подлежали следующие факторы:

- соотношение семян сои: водный раствор дыма ( $X_1$ ) – 1:6, 1:8, 1:10;
- массовая доля копильной жидкости ( $X_2$ ) – 2, 5, 8 %;
- влажность готового продукта ( $X_3$ ) – 70, 80, 90 %.

Основным критерием качества готового продукта являлась комплексная органолептическая оценка ( $Y$ , в баллах).

После завершения эксперимента и получения значений параметров оптимизации провели обработку результатов и построение математических моделей в виде уравнений регрессии. В ходе отсеивания статистически незначимых коэффициентов методом шаговой регрессии получили уравнение, количественно связывающее процесс формирования качества готового продукта с параметрами его проведения

$$Y = 303,1557 - 0,9672 \cdot X_1 + 0,0026 \cdot X_2 = 2,4427 \cdot X_3 \rightarrow \max.$$

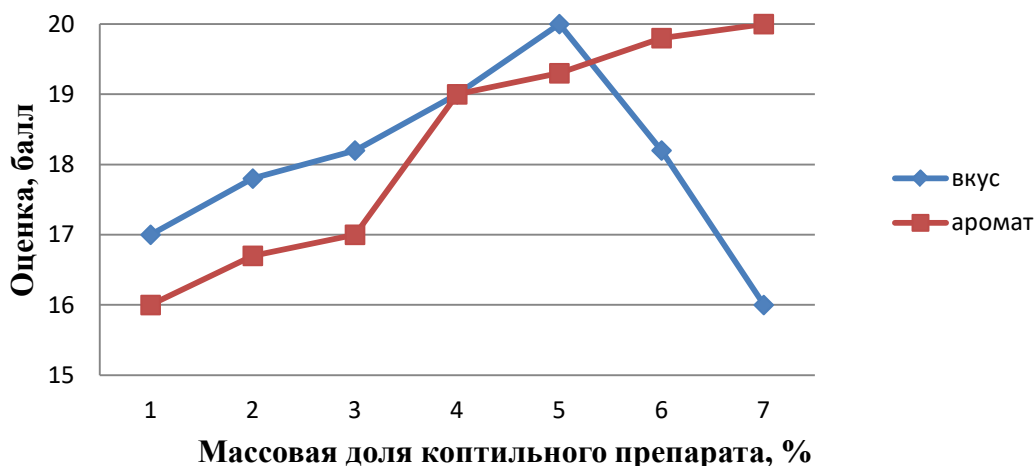


Рис. 1. Изменение органолептических показателей в зависимости от массовой доли копильного препарата

Внесение копильного препарата в количестве 5 % создает формирование специфических оттенков вкуса и аромата, характерных для копченого сыра. Этот процесс сопровождается появлением индивидуальных качественных признаков, причем аромат готового продукта по мере увеличения концентрации копильного препарата непрерывно улучшается, при этом во вкусе на этапе внесения копильного препарата более 5 % появляются нежелательные оттенки,

Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера, где фактическое значение  $F > F_{кр}$ . Достоверность аппроксимации составила  $R^2 = 0,946$ . Полученная математическая зависимость позволила рассчитать количество и соотношение копильного препарата, тем самым регулируя как единичные показатели качества готового продукта (вкус, запах, цвет), так и общее восприятие. На основе полученной модели были установлены следующие значения оптимальных факторов: массовая доля копильного препарата – 5 %, соотношение зерна сои к водному раствору дыма – 1:8, влажность готового продукта –  $82 \pm 1$  %. При указанных значениях данных факторов комплексная оценка составляет 99,2 балла.

На основании органолептической оценки и анализа математической регрессии выявлено, что концентрация копильной жидкости в большей степени влияет на качество готового продукта (рис. 1).

что приводит к негативному изменению органолептических показателей продукта. Введение концентрированного копильного препарата менее 5 % не обеспечивает готовому продукту свойства, присущие копченой продукции (слабовыраженные аромат, вкус, цвет).

С учетом полученных параметров разработана технологическая схема процесса получения соевого белкового продукта с ароматом копчения (рис. 2).

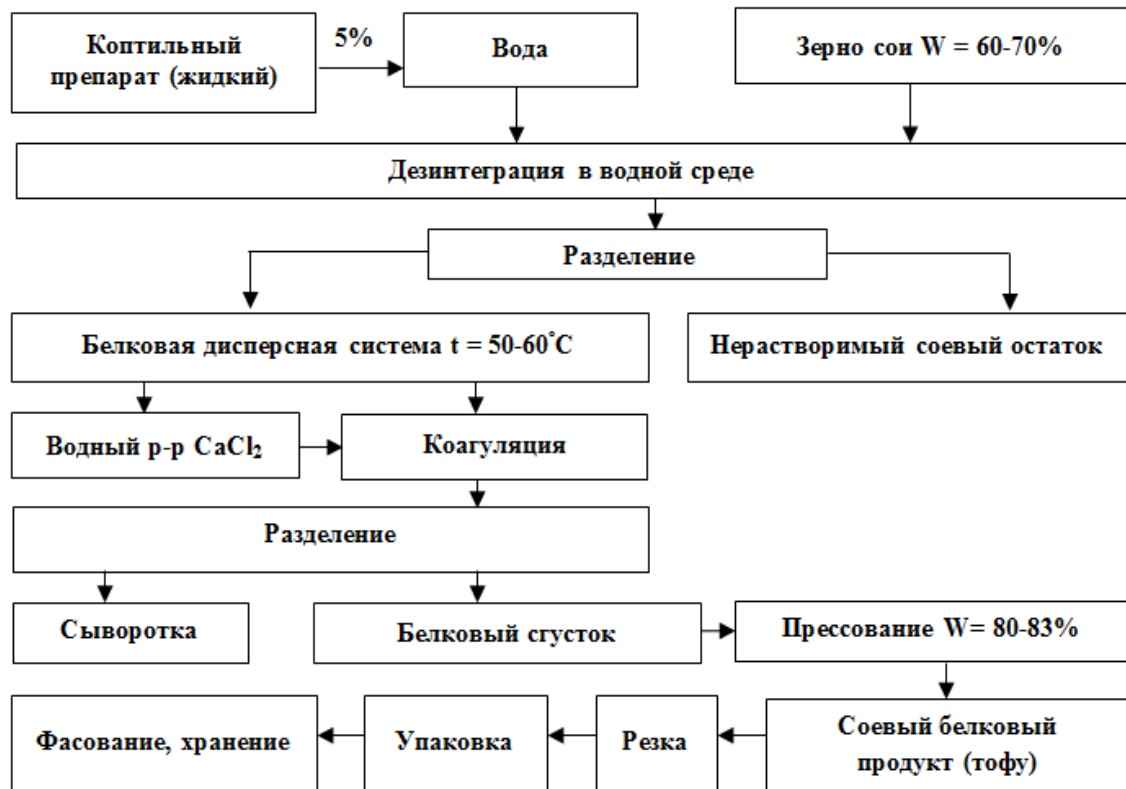


Рис. 2. Технологическая схема получения соевого белкового продукта

Разработанная технология предусматривает подготовку зерна сои: инспекция, мойка и замачивание в двукратном количестве воды в течение 8–10 часов. Набухшие зерна сои дезинтегрировали в водном растворе коптильного препарата при соотношении – зерно сои: 5%-й водный раствор коптильного препарата – 1:8. В результате дезинтеграции получили соевую суспензию с выраженным ароматом копчения, которую разделили на жидкую и нерастворимую фракцию. В жидкую фракцию температурой 50–60 °С, вносили водный раствор хлористого кальция до появления сформированных хлопьев белка и отделения соевой сыворотки. Сыворотку сливали, белковую массу отделяли, прессовали в форме брикета, получая тофу с ароматом копчения. Готовый подкопченный тофу упаковывали в полимерную тару (пластиковые контейнеры, пленку) с последующим его хранением при температуре не выше 6 °С в течение 14 суток.

Полученный по разработанной технологии белковый продукт характеризуется высокими

органолептическими показателями, имеет привлекательный внешний вид, выраженный цвет, вкус и аромат, свойственный копченой продукции (табл. 2).

Исследования основных показателей качества проводились для образцов, приготовленных по оптимальным параметрам рецептуры, установленным путем математического планирования эксперимента. Результаты анализа физико-химических показателей и общий химический состав показали, что белковый продукт, изготовленный по оптимальным параметрам процесса, содержит все питательные вещества, присутствующие в исходном сырье. Основными компонентами готового продукта являются белки, на долю которых приходится 55,6 % сухого вещества, жиры – 25 % сухого вещества и небольшое количество углеводов – 13,9 % и золы – 5 % сухого вещества. Это свидетельствует о высоком качестве и пищевых достоинствах разработанной продукции.

**Органолептические и физико-химические показатели качества соевого белкового продукта (тофу) с ароматом копчения**

Показатель	Характеристика и значение показателя
Внешний вид	Поверхность ровная, чистая, без трещин
Вкус	Выраженный, копченый, без горечи
Консистенция	В меру упругая, достаточно плотная, монолитная
Запах	Умеренный, с ароматом копчения, без постороннего запаха
Цвет и вид на разрезе	Золотисто-коричневый, равномерный по всей массе
Суммарная органолептическая оценка с учетом коэффициентов весомости (max – 100 баллов)	99,2 балла
Массовая доля белка, %	10,0 ± 0,5
Массовая доля жира, %	4,5 ± 0,3
Массовая доля влаги, %	82,0 ± 1,0
Углеводы, %	2,5 ± 0,5
Зола, %	0,9 ± 0,3
Активная кислотность, pH	6,7 ± 0,2

Для оценки микробиологического состояния разработанного тофу были проведены испытания по определению КМАФАнМ, в ходе которых экспериментальный и контрольный образцы хранили при температуре  $4 \pm 2$  °С в течение 14 суток. Исследования микробиологических показателей безопасности проводили на вторые и пятнадцатые сутки хранения (табл. 3). Результаты исследований показали, что КМАФАнМ в опытных и контрольных образцах не превышало установленного норматива и соответствовало требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гиги-

енические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Следует отметить, что к концу срока хранения показатель КМАФАнМ разработанного образца с использованием коптильного препарата был в 3 раза ниже по сравнению с аналогичным показателем контрольного образца. БГКП, стафилококков, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, как в опытных, так и контрольных образцах, в результате испытаний не обнаружено.

Таблица 3

**Изменение микробиологических показателей в процессе хранения**

Показатель	Тофу по традиционной технологии (контроль)		Тофу с ароматом копчения		Допустимые уровни, не более
	в начале срока хранения	в конце срока хранения	в начале срока хранения	в конце срока хранения	
КМАФАнМ, КОЕ/г	$5,4 \cdot 10^2$	$4,8 \cdot 10^4$	$3,9 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$

Невысокая обсемененность микроорганизмами в период хранения связана с проявлением антиокислительного и бактериостатического эффекта за счет наличия в коптильном препарате активных компонентов, защищающих продукт от микробиологической и окислительной

порчи, что свидетельствует о возможности продления сроков хранения продукции, изготовленной согласно разработанной технологии.

**Выводы.** Таким образом, разработанная технология получения соевого белкового про-

дукта с применением метода бездымного копчения позволила исключить бобовые запахи и привкус, увеличить срок годности продукта по сравнению с классическим тофу. Использование коптильных препаратов в данной технологии дает широкие возможности для управления качеством копченой продукции и расширения ее ассортимента.

### Литература

1. Соя: качество, использование, производство / В.С. Петибская, В.Ф. Баранов, А.В. Коцегура [и др.]. – М.: Аграрная наука, 2001. – 64 с.
2. Стаценко Е.С., Скрипко О.В. Разработка рецептуры и технологии мясных кулинарных изделий с использованием соевого компонента // Наука сегодня: вызовы и решения: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Вологда: ООО «Маркер», 2018. – Ч. 1. – С. 57–58.
3. Оценка качества майонезных соусов из разных сортов сои дальневосточной селекции / О.В. Литвиненко, О.В. Скрипко, О.В. Покотило [и др.] // Пищевые инновации и биотехнологии: мат-лы IV Междунар. науч. конф. – Кемерово: Изд-во Кемеров. ТИПП, 2016. – С. 315–317.
4. Костенко А.А. Способы производства сыра тофу // Научные труды Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – С. 143–148.
5. Доценко С.М., Скрипко О.В., Тильба В.А. Использование сои в технологии белково-витаминных и белково-углеводных продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 4. – С. 45–49.
6. Onodera Y., Ono T., Nakasato K. Homogeneity and microstructure of tofu depends on 11s/7s globulin ratio in soymilk and coagulant concentration // Foods Sci. Technol. Rec. – 2009. – 15 (3): 265–274.
7. Технология копчения мясных и рыбных продуктов: учеб. пособие / Г.И. Касьянов, С.В. Золотокопова, И.А. Палагина [и др.]. – Ростов-н/Д: МарТ, 2002. – 144 с.
8. Слапогузова З.В., Ефремова О.В. Коптильные ароматизаторы // Рыбпром: технологии

- и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2009. – № 3. – С. 8–12.
9. Слапогузова З.В. Бактерицидные свойства коптильных ароматизаторов // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2009. – № 3. – С. 15–17.
  10. Мазенова О.Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов: учеб. пособие. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 288 с.
  11. Пат. 2561270 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 23 L 1/20. Способ приготовления соевых белковых продуктов / С.М. Доценко, Г.В. Кубанкова, С.А. Иванов; заявитель и патентообладатель ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сои. – № 2014111543/13; заявл. 25.03.2014; опубл. 27.08.2015, Бюл. № 24. – 4 с.

### Literatura

1. Soja: kachestvo, ispol'zovanie, proizvodstvo / V.S. Petibskaja, V.F. Baranov, A.V. Kochegura [i dr.]. – M.: Agrarnaja nauka, 2001. – 64 s.
2. Stacenko E.S., Skripko O.V. Razrabotka receptury i tehnologii mjasnyh kulinarnyh izdelij s ispol'zovaniem soevogo komponenta // Nauka segodnja: vyzovy i reshenija: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Vologda: ООО «Marker», 2018. – Ch. 1. – S. 57–58.
3. Ocenka kachestva majoneznyh sousov iz raznyh sortov soi dal'nevostochnoj selekcii / O.V. Litvinenko, O.V. Skripko, O.V. Pokotilo [i dr.] // Pishhevye innovacii i biotehnologii: mat-ly IV Mezhdunar. nauch. konf. – Kemerovo: Izd-vo Kemerov. TIPP, 2016. – S. 315–317.
4. Kostenko A.A. Sposoby proizvodstva syra tofu // Nauchnye trudy Dal'rybvтуza. – Vladivostok: Dal'rybvтуz, 2015. – S. 143–148.
5. Docenko S.M., Skripko O.V., Til'ba V.A. Ispol'zovanie soi v tehnologii belkovovitaminnyh i belkovo-uglevodnyh produktov // Hranenie i pererabotka sel'hozsyryja. – 2014. – № 4. – S. 45–49.
6. Onodera Y., Ono T., Nakasato K. Homogeneity and microstructure of tofu depends on 11s/7s globulin ratio in soymilk and coagulant concentration // Foods Sci. Technol. Rec. – 2009. – 15 (3): 265–274.

7. Tehnologija kopčenja mjasnyh i rybnyh produktov: ucheb. posobie / G.I. Kas'janov, S.V. Zolotokopova, I.A. Palagina [i dr.]. – Rostov-n/D: MarT, 2002. – 144 s.
8. Slapoguzova Z.V., Efremova O.V. Koptil'nye aromatizatory // Rybprom: tehnologii i oborudovanie dlja pererabotki vodnyh bioresursov. – 2009. – № 3. – S. 8–12.
9. Slapoguzova Z.V. Baktericidnye svojstva koptil'nyh aromatizatorov // Rybprom: tehnologii i oborudovanie dlja pererabotki vodnyh bioresursov. – 2009. – № 3. – S. 15–17.
10. Mazenova O.Ja. Tehnologija i metody kopčenja pishhevyh produktov: ucheb. posobie. – SPb.: Prospekt Nauki, 2007. – 288 s.
11. Pat. 2561270 Rossijskaja Federacija, MPK7 A 23 L 1/20. Sposob prigotovlenija soevykh belkovykh produktov / S.M. Docenko, G.V. Kubankova, S.A. Ivanov; zajavitel' i patentoobladatel' FGBNU Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut soi. – № 2014111543/13; zajavl. 25.03.2014; opubl. 27.08.2015, Bjul. № 24. – 4 s.

