

УДК 664.9.047

Биотехнология продуктов геродиетического профиля с применением вторичного рыбного сырья

Д-р техн. наук О. Я. МЕЗЕНОВА¹, М. В. МАТКОВСКАЯ²
¹mezenova@klgtu.ru, ²lmatkovskaya@mail.ru
Калининградский государственный технический университет
236022, Калининград, Советский пр., 1

Основным материалом исследования служили чешуя сардины атлантической и сардинеллы, головы кильки балтийской и салаки, позвоночные кости трески. В работе использованы физико-химические, органолептические, расчетные и статистические методы исследования. Для оптимизации рецептур использован метод математического планирования эксперимента. Научно обоснованы и экспериментально подтверждены технологические схемы пищевых биопродуктов из вторичного рыбного сырья и обогащенных ими железных, хлебобулочных и кисломолочных изделий геродиетической направленности. Разработаны соответствующие технические условия и технологические инструкции. Проведена оценка их качества по органолептическим и физико-химическим показателям, а также безопасности и пищевой ценности. Получены математические модели рецептур железных изделий. Проведена оценка биологической эффективности полученных продуктов. Разработки положительно апробированы в производственных условиях. Новые продукты являются органолептически привлекательными, функциональными по содержанию ценных для пожилых людей ингредиентов — фосфора, кальция, магния, железа и витаминов группы В. Предназначены для пожилых людей для профилактики преждевременного старения и заболеваний опорно-двигательного аппарата. Разработанные технологии позволяют решить проблему использования вторичного рыбного сырья, экономически рентабельны и рекомендуются к внедрению на рыбоперерабатывающих предприятиях.

Ключевые слова: геронтологическое питание, функциональный продукт, вторичное рыбное сырье

Biotechnology of products from fish waste for elderly nutrition

D. Sc. O. Ya. MEZENOVA¹, M. V. MATKOVSKAYA²
¹mezenova@klgtu.ru, ²lmatkovskaya@mail.ru
Kaliningrad State Technical University
236022, Russia, Kaliningrad, Sovietsky prospect 1

Materials of the research are Baltic herring's and sprat's heads, sardinella's scale and cod's backbones. Physicochemical, organoleptic and statistical methods are used. Mathematical planning of experiment is also used. The technologies of food additives for elderly nutrition from fish by-products, jelly, bread and fermented milk products with them are developed. New products are analyzed in terms of food safety, organoleptic and physicochemical parameters, biological and nutritive value. The mathematical model of jelly products formula is obtained. The products are successfully tested at plants. New products are categorized to functional products, because of high content of protein, phosphor, calcium, magnesium, iron and B vitamins. They help to prevent premature ageing and locomotor system diseases in the elderly. The technology developed is cost-effective and solves the problem of fish by-products recycling. It is recommended to implement at fish-canning factories.

Keywords: elderly nutrition, functional product, fish by-products.

Согласно данным Министерства здравоохранения и социального развития РФ, группа населения старше 60 лет является самой быстро растущей в России: за последние пять лет количество людей в возрасте 60–64 лет увеличилось на 46%. При этом питание является практически единственным средством, пролонгирующим продолжительность жизни на 25–40% [1]. По статистике последних лет количество рыбных отходов во всем мире составляло ежегодно около 23 млн т. [2]. К сожалению, они практически не используются на пищевые цели, хотя являются источником ценных белковых (незаменимые аминокислоты), минеральных (макро- и микроэлементы) и липидных веществ (полиненасыщенные жирные

кислоты) [3–5]. Совместить данные вещества с фитоконпонентами лекарственных растений, используемых в качестве геропротекторов, иммуномодуляторов и антиоксидантов [6–8], в рецептурах специализированной продукции для пожилых людей, является целью настоящих исследований.

В работе, в качестве рыбных отходов, использовали чешую сардины атлантической и сардинеллы аурита, головы кильки балтийской и салаки, а также позвоночные хребты трески балтийской, остающиеся на рыбоперерабатывающих предприятиях при выработке консервов, филе и фарша. Сырье предварительно мыли, проварили в кипящей воде в течение 20 мин (чешуя) и 40 мин

(головы), после чего крупно измельчали, направляли на сублимационную сушку (при 0,18 мбар в течение 24 ч), а высушенный материал тонко измельчали до порошкообразного состояния (размер частиц менее 20 мкм). В результате получены пищевые биодобавки, названные соответственно «Биошуппе» (из чешуи) и «Биокопф» (из голов). Биодобавки представляют собой концентраты натуральных функциональных ингредиентов (кальций, фосфор, магний) в виде порошков соответственно светло-серого и светло-коричневого цвета, безопасные по содержанию нормируемых микробиологических показателей и токсичных элементов, практически без запаха («Биошуппе») или с небольшим специфическим ароматом («Биокопф»), свойственным сушеной рыбе.

Кости трески также крупно измельчали, проваривали (в течение 2 ч), подвергали ступенчатому ферментативному гидролизу в течение 1 ч с применением ферментных протеолитических препаратов «Flavorzyme» и «Alcalase» при температурах 40–50 °С. Полученную композицию фильтровали, а жидкую часть подвергали паровой дистилляции и воздействию сорбентов (для улучшения органолептических показателей), после чего сублимационно сушили при 0,18 мбар в течение 24 ч. Полученная порошкообразная биодобавка отвечала всем требованиям безопасности, имела светло-кремовый цвета, имела слабо выраженный специфический запах и получила название «Герогрэте».

Расчет показателей сбалансированности, проведенный в соответствии с нормативами геронтологического питания [9], показал, что биодобавки «Биошуппе», «Биокопф», «Герогрэте» являются высококонцентрированными органическими композициями (коэффициенты пищевой насыщенности 6,3; 4,4 и 10,0 соответственно), богатыми белковыми компонентами (48,6; 61,0 и 80,0% соответственно) соединительнотканной природы. В добавке «Биокопф» содержится до 7,0 мг/г глюкозамина, важного аминоксахарида, участвующего в строительстве поврежденных костно-хрящевых тканей и необходимого при заболеваниях опорно-двигательного аппарата. Добавки «Биошуппе» и «Биокопф» являются функциональными по содержанию коллагенового белка (49% и 61% соответственно), кальция (10% и 3% соответственно), фосфора (7% и 3% соответственно), магния (0,2% в обеих добавках); они имеют близкие к нормативным соотношения кальция и фосфора (1: 0,7 и 1: 0,8 соответственно); в липидах найдены эйкозапентаеновая и дакозагексаеновая кислоты. 100 г биодобавки «Биошуппе» удовлетворяет суточную потребность человека в омега-3-жирных кислотах на 2,9% для мужчин и 0,8% для женщин; такое же количество биодобавки «Биокопф» удовлетворяет потребности в данных веществах на 5,2% для мужчин и 1,5% для женщин [5]. Это позволяет рекомендовать полученные добавки к использованию в качестве обогащающих премиксов при создании новых продуктов геродиетического профиля. Исходя из органолептических свойств и химического состава, было предложено использовать «Биошуппе» при создании функциональных кондитерских жележных изделий, а «Биокопф» вносить в состав жележных закусочных изделий. С учетом свойств добавкой «Герогрэте» рекомендовано обогащать хлеб и кисломолочные напитки. Перечисленные продукты

входят в список пищевых продуктов, рекомендованных Институтом питания РФ для пожилых людей [10].

Для получения жележных изделий геродиетического профиля предварительно проводили приготовление фитонастоев двух видов — из травы череды трехраздельной, листьев шалфея лекарственного и листьев мяты перечной в массовом соотношении 10: 10: 5 и гидромодуле 1: 20 (с использованием добавки «Биошуппе») и из травы череды трехраздельной и листьев шалфея лекарственного в массовом соотношении 10: 10 и гидромодуле 1: 20 (с добавкой «Биокопф»). Данные фитосборы рекомендованы к употреблению для профилактики и лечения возрастных заболеваний.

В полученных фитонастоях замачивали и растворяли желатин, после чего в них вносили соответствующие добавки и вкусоароматические компоненты (сахар или соль, лимонную кислоту, измельченные высушенные листья петрушки и укропа). Теплую жележную массу разливали в формы, где проходило студнеобразование, после чего формованные изделия извлекали и обсыпали корригентами (измельченные орехи, корица) или применяли без них. Полученные изделия получили соответственно названия «Биошуппжеле» и «Биокопфжеле».

Для оптимизации рецептур жележных изделий «Биошуппжеле» и «Биокопфжеле» использовали ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка двух факторов. Варьируемые частные факторы: массовая доля добавки (x_1) с интервалами варьирования от 2 до 4% «Биошуппе» и от 0,5 до 1,5% «Биокопф» и массовая доля лекарственного сырья (x_2) с интервалами варьирования от 2,5 до 3,5% и от 0,75 до 1,25% соответственно. Параметром оптимизации служила обобщенная характеристика, объединяющая по методу «приближении я к идеалу» балловую органолептическую оценку качества готовой продукции (по 5-балльной шкале) и содержание функциональных ингредиентов (кальций и фосфора). В результате проведения экспериментов и обработки полученных данных были рассчитаны кодированные математические модели (1) — для «Биошуппжеле», (2) — для «Биокопфжеле», связывающие оценки качества изделий с массовой долей обогащающих компонентов:

$$y_1 = 5,69 - 0,833x_1 + 0,603x_2 + 0,25x_1x_2 - 0,9x_1^2 - x_2^2; \quad (1)$$

$$y_2 = 4,67 - 0,783x_1 + 0,333x_2 + 0,12x_1x_2 - 1,5x_1^2 - x_2^2 \quad (2)$$

Расчетные оптимальные значения искомого дозировок добавок, представленные в виде координат точек экстремума соответствующих геометрических моделей (рис. 1), составили соответственно 6,2; 6,9 и 6,8; 8,9% масс жележных изделий.

При обосновании сроков хранения биодобавок «Биокопф» и «Биошуппе» наряду с нормируемыми микробиологическими показателями («Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» от 28.05.2010 г.) изучали изменения состава их летучих веществ, которые могут накапливаться, влияя на органолептические характеристики и безопасность продукции (рис. 2). Вещества, производные фурана (рис. 2, а), являются типичными для выбранного морского сырья (чешуя сардины и сардинеллы, головы кильки и салаки);

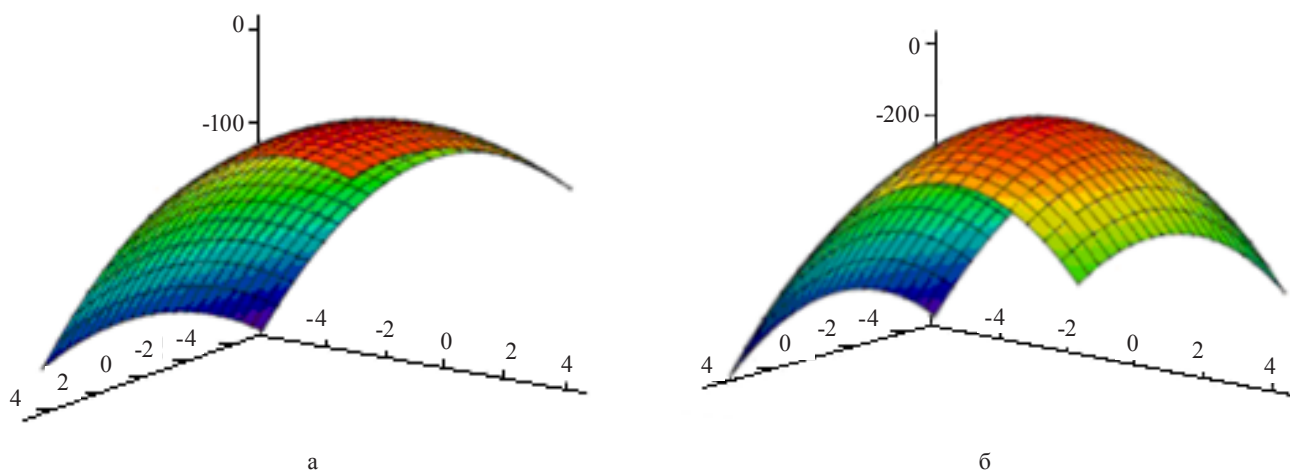


Рис. 1. Геометрические интерпретации моделей рецептур железных изделий геронтологического профиля: а — «Биошуппжеле»; б — «Биокопфжеле»

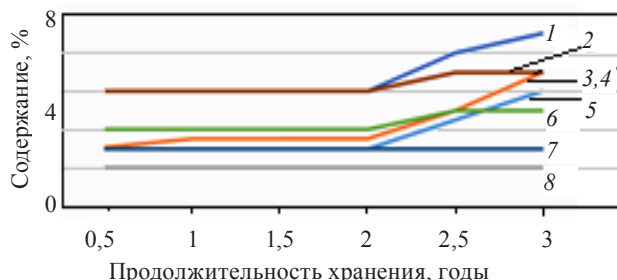
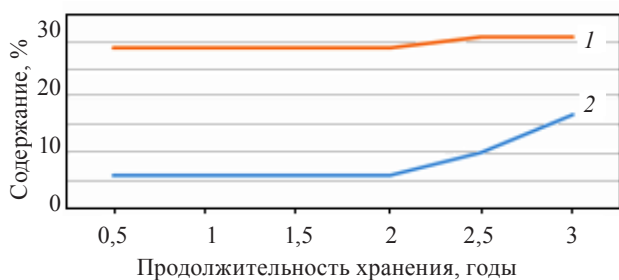


Рис. 2. Динамика содержания летучих компонентов в процессе хранения при комнатной температуре: а — в добавке «Биошуппе»: 1—2-этилфуран; 2—2-бутил-5-метил-гидроксиакридин-9-он; б — в добавке «Биокопф»: 1 — гексаналь; 2—2-пентенилфуран; 3 — пропаналь; 4 — REF — производное этанолафурана; 5 — ацетальдегид; 6 — 2-метил-2-пентеналь; 7—2-амилфуран; 8—2-метилфуран

представленные кетоны и альдегиды могут образовываться при распаде содержащихся липидов, обуславливая специфический рыбный привкус и прогорклые оттенки вкуса продукции.

Из приведенных на рис. 2 данных видно, что содержание кетонов и альдегидов резко увеличивается после двух лет хранения, соответственно ухудшаются органолептические свойства. Сопоставляя показатели химического состава добавок (аминокислотный и минеральный составы), микробиологические параметры (не превышают нормативов в течение трех лет), определили срок годности исследуемых добавок в 2 года при температуре не выше 20 °С.

Усвояемость биодобавок «Биошуппе» и «Биокопф» исследовали в экспериментах с применением модели желудочного сока (комбинация воздействия пепсином и соляной кислотой) при температуре 37 °С в течение 2 ч. Было выявлено, что кальций и фосфор переходят на 95–100% и на 85–90% соответственно в растворимое состояние, что свидетельствует о потенциально высокой степени перевариваемости данных веществ в составе биодобавок.

Исследования показали, что новые биодобавки являются функциональными по содержанию коллагенового белка, поскольку 100 г продукта удовлетворяет суточную норму в нем на 13,2–21,3% для мужчин; на 4,7–23,7%

для женщин и 44,1–48,5% для мужчин; на 49,2–54,1% для женщин соответственно; по содержанию фосфора (на 37,5–75% и 12,5–37,5% соответственно) и кальция (на 60,0–100,0% и 30,0–60,0% соответственно). Данные продукты также богаты глицином (удовлетворение на 3,4–4,0 мг/г и 7,0–8,0 мг/г соответственно), который участвует в синтезе соединительной ткани организма (костной, хрящевой и др.), является иммуномодулятором. Продукт «Биокопфжеле» также функционален по содержанию магния (100 г удовлетворяет на 19,3–20,4% суточную потребность), железа (26,7–52,0% суточной потребности), селена (15,5–15,8% суточной потребности), цинка (16,7% суточной потребности) и витаминов группы В (83,0–90,6% суточной потребности). Известно, что магний оказывает сосудорасширяющее действие, стимулирует перистальтику кишечника и повышает желчеотделение. Железо необходимо для компенсации его дефицита в крови, профилактики анемии, развивающейся часто у людей пожилого возраста [10]. Полученные железные продукты являются не только обогащенными ценными биологически активными компонентами, но и обладают приятными органолептическими свойствами. Специфические рыбные признаки не обнаружены в «Биошуппжеле» и гармонично проявляются в «Биокопфжеле».

Биодобавка «Герогрэте» была положительно апробирована в рецептурах обогащенного ржаного хлеба,

названного «Героброт», и кисломолочного напитка, получившего название «Геройогурт». Добавка вносилась в состав рецептур данных изделий с учетом функциональности конечной продукции по кальцию, фосфору и магнию. При выборе базовых рецептур использовали научно обоснованные рекомендации для питания пожилых людей (предпочтение ржаной муки перед пшеничной, использование бифидо- и лактобактерий в качестве пробиотиков и др.) [9, 10].

Готовые продукты «Героброт» и «Геройогурт» имели привлекательные органолептические характеристики, без рыбного запаха. По составу они являлись обогащенными легкоусвояемыми протеинами и белками, глюкозамино, минеральными веществами остеотропного и хондропротекторного свойства.

Новизна технологических решений получения биодобавок подтверждена Патентами РФ [11, 12]. На основе полученных данных разработаны соответствующие технические документы — технические условия (ТУ) и технологическая инструкция (ТИ). Новые технологии были успешно апробированы выпуском опытных партий на предприятиях «Labor Dr. Helle für Lebens- und Arzneimittelforschung GmbH & Co. KG» (г. Гестланд, Германия) и ООО «Белый кит» (Калининград, Россия).

Проведенные исследования показывают целесообразность изготовления функциональных изделий геродиетического профиля с использованием вторичного коллагенсодержащего рыбного сырья, недоиспользуемого на действующих рыбоперерабатывающих предприятиях. Предварительно измельченные, термически обработанные, с ферментацией или без нее, лиофильно высушенные, в комбинации с фитокомпонентами лекарственных растений, они привлекательны в составе жележных изделий кондитерского и закусочного направления, ржаного хлеба или кисломолочного напитка. Полученные изделия нутриентно сбалансированы в соответствии с рекомендациями геронтологического питания, функциональны по содержанию веществ, важных для организма пожилого человека, обладают повышенной усвояемостью кальция и фосфора, необходимых для опорно-двигательного аппарата. Новый вид продукции рекомендуется к употреблению пожилым людям в возрасте 60–75 лет в качестве источника биологически активных протеинов и минеральных компонентов.

Разработанные технологии позволяют решить проблему использования вторичного рыбного сырья, экономически рентабельны и рекомендуются к внедрению на рыбоперерабатывающих предприятиях.

Список литературы (References)

1. Комплексное наблюдение условий жизни населения: статистический сборник / Федеральная служба гос. статистики (Росстат) / Под ред. К. Э. Лайкам и др. — М.: Статистика России, 2013. [Comprehensive monitoring of living conditions: statistical compilation / Federal Service of State statistics (Rosstat); / Editorial Board: K. E. Laikam prev. and etc. / — Moscow: Statistics of Russia, 2013. 30 p. (in Russian)]
2. The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. FAO Fisheries and Aquaculture Department. *Food and agriculture organization of the united nations*. Rome. 2012. P. 148.
3. Cheung, I. W. Y. Bioactive peptides derived from marine fish. *Food chemie*. No 122. 2010. p. 1003–1012.
4. Мезенова Н. Ю. Активные пептиды рыбной чешуи в гейнерах для спортивного питания / Н. Ю. Мезенова, Л. С. Байдалинова, J.-Th. Moersel, A. Hoeling, O. Ya. Мезенова // Вестник Международной академии холода. 2014. № 2. С. 48–52. [Mezenova N. Yu., Baydalina L. S., Mezenova O. Ya., Moersel J.-T., Hoeling A. Active peptides of fish scale in gainers for sports nutrition. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2014. No 2. P. 48–52. (in Russian)]
5. Мезенова О. Я., Потанова В. А. Оптимизация рецептуры рыборастворимых снеков. // Вестник Международной академии холода. 2015. № 3. С. 19–22. [Mezenova O. Ya., Potanova V. A. The optimization of fish-plant snacks formula. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2015. No 3. P. 19–22. (in Russian)]
6. Bhat, H. P. Use of Ayurvedic Medicinal Plants as Immunomodulators in Geriatrics: Preclinical Studies / H. P. Bhat, R. P. Jakribettu, R. Bolor, R. Fayad, M. S. Baliga. *Foods and Dietary Supplements in the Prevention and Treatment of Disease in Older Adults*. 2015. P. 143–149.
7. Marine functional food: edited by J. B. Luten. *Wageningen Academic Publishers*. Netherlands, 2009. 174 p.
8. Maximising the value of marine by-products. *Woodhead Publishing Limited*. — Cambridge England, 2010. 213 p.
9. Мезенова О. Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учебное пособие. — СПб.: Проспект Науки, 2015. — 224 с. [Mezenova, O. Ya Design multicomponent food: a tutorial. — SPb.: Prospect of Science, 2015. 224 p. (in Russian)]
10. Касьянов Г. И. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста / Г. И. Касьянов, А. А. Запорожский, С. Б. Юдина / — Ростов на Дону: Март, 2001. 187 с. [Kasyanov, G. I. ets. Food technology for the elderly people. Rostov-on-Don: Univ s Center «March», 2001. 187 p. (in Russian)]
11. Патент № 2535755 РФ, МПК А23L1/06, А23L1/29. Композиция для приготовления функционального жележного продукта и способ его получения. / Мезенова О. Я., Матковская М. В. / Заяв. и патентообл. Калининградский государственный технический университет, заявл. 26.03.2013, опублик. 20.12.2014. [Patent No. 2535755 Russian Federation, МПК А23L1/06, А23L1/29. Composition for preparation of a functional zheleyny product and a way of its receiving. / Mezenova O. Ya., Matkovskaya M. V. / applicant the Kaliningrad state technical university, it is declared 26.03.2013, it is published 20.12.2014. (in Russian)]
12. Патент № 2535754 РФ, МПК А23L1/06, А23L1/29. Композиция для приготовления функционального кондитерского жележного продукта и способ его получения. / Мезенова О. Я., Матковская М. В. / Заяв. и патентообл. Калининградский государственный технический университет, заявл. 22.02.2013, опублик. 20.12.2014. [Patent No. 2535754 Russian Federation. МПК А23L1/06, А23L1/29. Composition for preparation of a functional confectionery zheleyny product and a way of its receiving. / Mezenova O. Ya., Matkovskaya M. V. / applicant the Kaliningrad state technical university, it is declared 22.02.2013, it is published 20.12.2014. (in Russian)]

Статья поступила в редакцию 02.08.2015