

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-4-111-120>

УДК 613.292:338.2



Инновационные решения в производстве функциональных пищевых продуктов

**И.В. Соболь✉, Л.В. Донченко, Е.А. Красноселова,
А.А. Варивода, Е.С. Савченко**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;
г. Краснодар, Российская Федерация
✉iv-sobol@mail.ru*

Аннотация. Введение. Использование функциональных пищевых продуктов в ежедневном питании способствует сохранению здоровья и продлению активного долголетия. В ассортименте функциональных продуктов все чаще встречаются продукты, в состав которых входит нетрадиционное растительное сырье. Одним из таких видов являются продукты на основе плодов шелковицы. В составе плодов шелковицы содержатся ценные пищевые ингредиенты, обуславливающие не только их пищевую, но и фармакологическую ценность. Высокое содержание витаминов, минеральных веществ и красящих веществ, позволяет использовать плоды шелковицы в качестве разнообразных десертов и лечебных продуктов. **Целью исследования** была разработка новых функциональных десертов на основе плодов шелковицы, содержащих натуральный сахарозаменитель. Разработанные десерты могут быть использованы и для людей, больных сахарным диабетом и для людей, следящих за своим здоровьем и ведущих активный образ жизни. **Объекты и методы исследования.** В процессе исследования нетрадиционных видов растительного сырья и продуктов на его основе применяли стандартизованные методики исследования с использованием современного лабораторного оборудования, средств контроля и измерений, а также методы дегустационного анализа для оценки качества разработанных продуктов. **Результаты и обсуждение.** В процессе проведения исследований авторами установлено, что плоды шелковицы черной содержат значительный комплекс биологически активных веществ (витаминов, минеральных соединений, красящих веществ), которые являются полезными для организма. На основании полученных результатов были разработаны фруктовые десерты на основе плодов шелковицы. В рецептуру десертов в качестве заменителя сахара вводили сорбит, а для гармонизации вкуса использовали плоды лимонов и апельсинов. Разработанные десерты прошли дегустационную оценку и оценку органолептических и физико-химических показателей качества. **Заключение.** Разработка и внедрение в производство новых функциональных продуктов на основе нетрадиционных видов растительного сырья позволит увеличить ассортимент полезных продуктов отечественного производства и повысить их доступность для потребителя.

Ключевые слова: функциональные продукты, растительное сырье, плоды шелковицы, пищевая ценность, фруктовый десерт, шелковица черная, дегустация, качество

Для цитирования: Соболь И.В., Донченко Л.В., Красноселова Е.А., Варивода А.А., Савченко Е.С. Инновационные решения в производстве функциональных пищевых продуктов. *Новые технологии / New technologies*. 2025; 21(4): 111-120. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-4-111-120>

Innovative solutions in functional food production

I.V. Sobol✉, L.V. Donchenko, E.A. Krasnoselova,
A.A. Varivoda, E.S. Savchenko

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin;
Krasnodar, the Russian Federation,
✉iv-sobol@mail.ru*

Abstract. Introduction. The use of functional foods in the daily diet promotes health and prolongs active longevity. Functional foods increasingly include products containing non-traditional plant ingredients, e.g. mulberry-based products. Mulberries contain valuable food ingredients that provide not only nutritional but also pharmacological value. High content of vitamins, minerals, and coloring agents allows them to be used in a variety of desserts and medicinal products. The goal of the research was to develop new functional desserts based on black mulberry fruits containing a natural sweetener. The developed desserts can be used by people with diabetes mellitus and by people who care of their health and lead an active lifestyle. **The objects and methods of the research.** Non-traditional types of plant-based raw materials and products based on them were studied, and standardized research methods were used with the use of modern laboratory equipment, control and measurement tools, as well as taste analysis methods to evaluate the quality of the developed products. **The results and discussion.** It has been found that black mulberry fruits contain a significant complex of biologically active substances (vitamins, mineral compounds, colorants), which are beneficial for the body. Using the obtained results, fruit desserts based on mulberry fruits have been developed. Sorbitol is added to the dessert recipe as a sugar substitute, and lemons and oranges are used to harmonize the taste. The taste of the developed desserts have been evaluated and organoleptic and physicochemical quality indicators assessed. **Conclusion.** The development and introduction of new functional products based on non-traditional plant-based raw materials will expand the range of healthy domestically produced products and make them more accessible to consumers.

Keywords: functional products, plant-based raw materials, mulberry, nutritional value, fruit dessert, black mulberry, tasting, quality

For citation: Sobol I.V., Donchenko L.V., Krasnoselova E.A., Varivoda A.A., Savchenko E.S. Innovative solutions in functional food production. *Novye tehnologii / New technologies*. 2025; 21(4): 111-120. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-4-111-120>

Введение. Расширение ассортимента функциональных пищевых продуктов на основе растительного сырья требует углубленного знания химического состава тех компонентов, которые входят в состав продукта. Присутствие в растительных компонентах высокого содержания витаминов, минеральных соединений, пищевых волокон и других биологически активных веществ, несущих прямую пользу организму человека, является основополагающим фактором, отвечающим за включение компонента в рецептуру того или иного продукта.

По этой причине в традиционные рецепты все чаще включают новые виды сы-

ря, мало используемые ранее или незаслуженно забытые. Одним из таких видов являются плоды шелковицы.

Шелковица, или тутовое дерево, или тутовник (лат. *Morus*), относится к семейству Тутовых (лат. *Moraceae*). Этот род объединяет около 20 видов древесных растений, получивших наибольшее распространение в субтропиках и теплом умеренном климате Северной Америки, Африки и Азии. В восточной части ареала большее распространение из дикорастущих форм получила шелковица крупнохвостная (лат. *Morus macroura*). В западной части в основном растет шелковица белая (лат. *Morus alba*). На территории России в дико-

растущем виде найдена только шелковица атласная (*лат. Morus bombycis*). Упоминания о плодах шелковицы встречаются еще с древних времен. В разных странах выращивают три вида шелковицы: черную, красную и белую. Чаще встречаются черная и белая шелковица, красная значительно реже. В России шелковица растет в Крыму, на Северном Кавказе и в Европейской части [1, 2].

Плоды шелковицы разнообразны не только по окраске, но и по форме, размеру и вкусу. Окраска плодов варьируется от белой до розовато-белой или желтой. У красной шелковицы окраска плодов – от ярко-красной до темно-красной или пурпурной, у черной шелковицы цвет плодов темно-фиолетовый или почти черный. Плоды шелковицы очень нежные и ароматные, их едят в свежем виде и используют для переработки. Из шелковицы готовят варенье, сок, кисели, джем, различные начинки для кондитерской промышленности, вино. Шелковицу сушат, варят шелковичный мед, готовят щербет и пастилу, используют в производстве спирта. Разнообразие продуктов из шелковицы велико [1, 19].

Издавна шелковицу использовали и в народной медицине. При этом применяли не только плоды, но и листья, кору и молодые побеги. Так, плоды шелковицы применяли при лечении гипертонии, анемии, для улучшения пищеварения, при лечении сахарного диабета, сердечных заболеваний и др.

Полезные свойства шелковицы доказали и научные исследования, которые выявили гиполипидемическое, антиоксидантное, противоопухолевое, нейропротективное, иммуномодуляторное, антиатеросклеротическое действие плодов [7, 13, 14, 16].

Ученые экспериментально доказали, что экстракты плодов черной шелковицы влияют на холиновые и мускариновые рецепторы, тем самым усиливая антидиарейный эффект. Нутриенты плодов шелковицы воз действуют на фермент монооксидазу, ингибируя ее активность, тем самым оказывая

положительное действие при лечении болезни Паркинсона и гипертонии [17, 18, 20].

Плоды шелковицы содержат целый комплекс биологически активных веществ, таких как органические кислоты, минеральные вещества, эфирные масла, витамины, пектиновые вещества и антоцианы (в составе красящих веществ).

Антоцианы – природные красители, относятся к классу флавоноидных соединений. По химической природе это полифенольные соединения. В природе они встречаются в виде моно- и дигликозидов. Антоцианы являются сильными антиоксидантами, которые предотвращают разрушение клеточных мембран, замедляют процесс старения клетки, связывают свободные радикалы и препятствуют развитию опухолей. Наибольшее содержание антоцианов в плодах черной шелковицы [4, 5, 9, 12, 15, 21].

В составе плодов шелковицы содержится большое количество калия, что особенно важно для людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями. Также в химическом составе плодов найдены витамины С, Е, К, А, группы В. Из макроэлементов наиболее важными являются фосфор, кальций, натрий, а из микроэлементов – железо, марганец, цинк, селен [6, 8, 10, 11].

Пищевая ценность и химический состав плодов шелковицы (на 100 г) представлен на рисунке 1 [2, 6, 8].

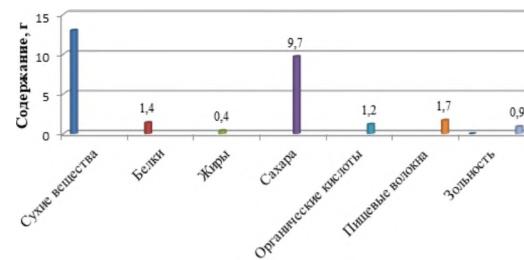


Рис. 1. Содержание основных питательных веществ в плодах шелковицы

Fig. 1. Content of essential nutrients in mulberry fruits

Кроме вышеуказанных веществ в плодах шелковицы содержится ценный витаминно-минеральный комплекс, который

помогает организму поддерживать в норме процессы метаболизма, борясь с болезнями сосудов и сердца: витамин А (1 мкг), витамин В₁ (29 мкг), витамин В₉ (6 мкг), витамин К (7,8 мкг), витамин С (36,4 мг), железо (1,85 мг), цинк (0,12 мг), медь (60 мкг), селен (0,6 мкг). Энергетическая ценность плодов составляет всего 43 ккал [2, 6, 8].

В России шелковица распространена довольно широко, однако ее выращивание носит частный характер, а промышленные посадки отсутствуют. В настоящее время ведутся разработки и исследования по выведению и внедрению в промышленное производство новых, наиболее перспективных сортов шелковицы, дающих высокие урожаи. Это позволит расширить не только ассортимент продуктов высокой пищевой ценности, но и даст возможность производства фармацевтических препаратов и натуральных пищевых красителей из плодов шелковицы.

Целью исследования являлась разработка функционального пищевого десерта на основе плодов шелковицы черной. В ходе работы были определены физико-химические показатели свежих плодов шелковицы (сухие вещества, кислотность, содержание сахаров, витамина С, пектиновых веществ, дубильных и красящих веществ). После разработки рецептуры и отработки технологии новых продуктов была проведена оценка органолептических и физико-химических показателей новых продуктов. В работе применяли стандартные и гостированные методики с использованием современного лабораторного оборудования. Для определения содержания сухих веществ в сырье и готовых продуктах использовали рефрактометрический метод по ГОСТ ISO 2173-2013; определение общих титруемых кислот проводили титриметрическим методом по ГОСТ ISO 750-2013; содержание сахаров определяли титриметрическим методом (ГОСТ 876.13); содержание витамина С проводили с помощью спектрофо-

тометра по ГОСТ 24556; содержание пектиновых веществ определяли кальций – пектатным методом; для определения дубильных и красящих веществ использовали титриметрический метод; витамины группы В определяли методом фотометрии (ГОСТ 25999), витамин РР – фотометрическим методом по ГОСТ Р 50479.

Все исследования проводились в Кубанском государственном аграрном университете: на кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции и в НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции. Опытные партии разработанных продуктов выработаны в УНПК «Технолог» (Кубанский ГАУ).

Методы исследования. Объектами исследования служили плоды шелковицы трех сортов: Черная Баронесса, Черный гигант и Черноплодная, выращенные в Краснодарском крае (Россия).

Сорт шелковицы «Черная баронесса». Черноплодный сорт шелковицы. Ягоды до 3,0 см длиной, темно-фиолетового цвета, раннего срока созревания, сладкие с чуть заметной кислинкой. Сорт высокоурожайный, до 120 кг ягод с одного дерева.

Сорт шелковицы «Чёрный гигант». Черноплодный сорт шелковицы. Ягоды очень крупные, длиной до 4-5 см, сладкие, темно-фиолетового, почти черного цвета, медового, насыщенного вкуса. Срок созревания средний. Урожайность высокая, до 110 кг ягод с дерева.

Сорт шелковицы «Черноплодная». Среднеранний сорт для южных районов. Плоды крупные, длиной до 4 см, массой до 6-9 г., цвет плодов – темно-фиолетовый, вкус сладкий, с едва заметной кислинкой, плоды очень ароматные. Урожайность до 110 кг ягод с дерева.

Результаты. Химический состав свежего сырья в значительной степени определяет качественные показатели готового продукта, его органолептику и химический состав. Для прогнозирования возможного химического состава готового продукта

проводили изучение химического состава основного растительного сырья – плодов шелковицы черной.

Были определены качественные показатели исследуемых плодов (содержание титруемых (общих) кислот, сухих веществ, общее содержание сахаров, пектиновых веществ, дубильных и красящих веществ, витаминов и минеральных веществ).

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели исследуемых сортов шелковицы
Table 1. Physical and chemical parameters of the studied mulberry varieties

Наименование показателя	Сорт шелковицы		
	Черная Баронесса	Черный гигант	Черноплодная
Содержание сухих веществ, %	15,6 ± 0,02	14,8 ± 0,01	15,3 ± 0,01
Кислотность, %	0,95 ± 0,01	0,86 ± 0,02	0,82 ± 0,02
Содержание сахаров, %	11,2 ± 0,01	10,8 ± 0,01	10,6 ± 0,01
Содержание пектиновых веществ, %, в т.ч.	1,40 ± 0,01	1,43 ± 0,02	1,54 ± 0,01
растворимый пектин	0,56 ± 0,02	0,52 ± 0,02	0,55 ± 0,03
Протопектин	0,84 ± 0,02	0,91 ± 0,02	0,99 ± 0,01
Содержание дубильных и красящих веществ, мг %	180,6 ± 0,02	182,3 ± 0,02	181,7 ± 0,03

Таблица 2. Содержание витаминов и минеральных веществ в исследуемых сортах шелковицы (мг в 100г)

Table 2. Content of vitamins and minerals in the studied mulberry varieties (mg per 100g)

Наименование показателя	Сорт шелковицы		
	Черная Баронесса	Черный гигант	Черноплодная
Витамин С	11,6±0,01	10,1±0,01	13,4±0,01
Витамин РР	0,86±0,02	0,76±0,01	0,91±0,02
Витамин В1	0,052±0,02	0,045±0,02	0,048±0,01
Витамин В2	0,031±0,01	0,028±0,02	0,029±0,02
Фосфор	36,3±0,02	36,1±0,03	34,2±0,02
Кальций	23,8±0,01	24,6±0,01	24,1±0,01
Калий	350,6±0,02	352,2±0,02	348,4±0,03
Магний	50,7±0,01	51,3±0,01	52,0±0,01

Установлено, что в плодах шелковицы в большем количестве содержится витамин С (10,1...13,4 мг %) и в значительно меньших количествах содержится витамин РР (0,76...0,91 мг %) и витамины группы В. Из минеральных веществ наибольшим содержанием отличается калий – до 352,2 мг и магний – до 52,0 мг, немного меньше содержится фосфора и кальция.

Полученные данные позволили разработать фруктовый десерт на основе плодов шелковицы с добавлением в рецептуру апельсинов и лимонов для гармонизации вкуса и повышения содержания витамина С, введения пряностей – гвоздики, корицы и экстракта имбиря, а также дополнительного использования пектина для получения желеобразной консистенции. В качестве заменителя сахара использовали сорбит.

Результаты исследований, представленные в таблице 1, характеризуют плоды шелковицы как сырье с высоким пищевым потенциалом, в котором сочетаются высокое содержание пектиновых веществ (до 1,54%), сахаров (до 11,2 %), органических кислот (до 0,95%) и красящих веществ (до 182,3 мг%).

На следующем этапе работы в сортах шелковицы определяли содержание витаминов и минеральных веществ. Полученные данные представлены в таблице 2.

Технология приготовления десерта состоит из следующих операций: подготовка плодов шелковицы (сортировка, удаление гнилых, мятых, поврежденных плодов), мойка, подача на варку. Одновременно с подготовкой шелковицы, ведется подготовка лимонов или апельсинов. Плоды цитрусовых сортируют, удаляя поврежденные экземпляры, режут на кусочки и бланшируют в течение 2-3 мин, для размягчения кожуры и удаления горького вкуса. Бланшированные кусочки цитрусовых подают на варку вместе с шелковицей. В варочный котел загружают пектино-сорбитовый сироп и варят до содержания сухих веществ 68% затем добавляют корицу и гвоздику (в виде водных экстрактов) и экстракт имбиря и варят до содержания сухих веществ 69%. Готовый джем расфасовывают в стеклянные

банки объемом 350 мл, укупоривают винтовыми крышками и стерилизуют при температуре 100 °С в течение 15 мин. Готовый джем отправляют на склад на хранение.

В таблице 3 представлены рецептуры разработанных десертов.

Таблица 3. Рецептуры функциональных фруктовых десертов

Table 3. Recipes for functional fruit desserts

Наименование сырья	Рецептура, кг (в расчете на 1т готового продукта)	
	Лимонный микс	Апельсиновый микс
Шелковица	680,0	570,0
Лимон	269,68	-
Апельсин	-	384,67
Имбирь (экстракт)	0,08	0,08
Сорбит	45	40
Пектин	5,0	5,0
Гвоздика	0,08	0,05
Корица	0,16	0,2

Разработанные десерты характеризуются следующими органолептическими показателями:

- внешний вид (однородная не расслаивающаяся желеобразная масса с равномерно распределенными частицами шелковицы, лимона или апельсина, без посторонних примесей);
- цвет (темно-фиолетовый);
- аромат (хорошо выраженный аромат лимона (или апельсина) и имбиря со слабым приятным ароматом пряностей);
- вкус (сладкий, с кислинкой и слабым жгучим привкусом).

После определения лучших образцов по органолептическим показателям, проведены исследования физико-химических показателей разработанных образцов.

На рисунке 2 представлены профилограммы полученных фруктовых десертов.

Данные, показанные на рисунке 2, отмечают высокую оценку органолептических показателей разработанных новых видов функциональных десертов на основе плодов шелковицы. Оба образца «Лимонный микс» и «Апельсиновый микс» обладают приятным внешним видом, плотной консистенцией, кисловато-сладким вкусом и ярко-выраженным ароматом цитрусовых плодов и пряностей.

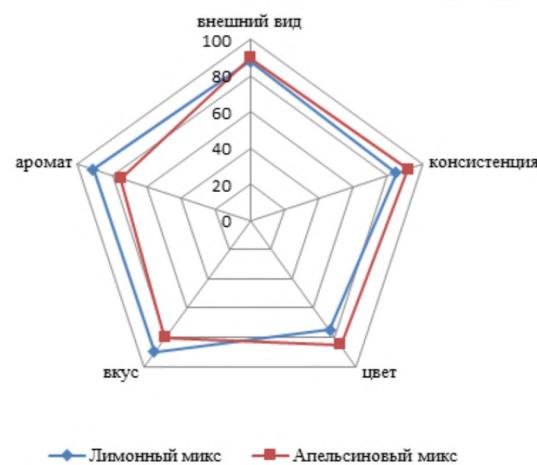


Рис. 2. Профилограммы органолептических показателей фруктовых десертов

Fig. 2. Organoleptic profiles of fruit desserts

Химический состав готового продукта является характеристикой его пищевой и биологической ценности. По содержанию веществ, входящих в состав продуктов, можно говорить о его полезности для организма человека или о его вреде. Исследования физико-химических показателей разработанных фруктовых десертов показаны в таблице 4.

Таблица 4. Физико-химические показатели разработанных фруктовых десертов

Table 4. Physical and chemical properties of the developed fruit desserts

Наименование показателя	Название фруктового десерта	
	Апельсиновый микс	Лимонный микс
Содержание сухих веществ, %	69,1±0,5	68,6±0,5
Содержание сахаров, %	34,1±0,2	33,7±0,2
Кислотность, %	1,08±0,04	1,25±0,03
Содержание пектиновых веществ, %	3,2±0,05	3,16±0,05
Содержание витамина С, мг %	30,54±0,3	32,25±0,3
Содержание дубильных и красящих веществ, мг %	154,1±0,4	152,4±0,5

Полученные данные характеризуют высокую пищевую ценность разработанных фруктовых десертов, в составе которых высокое содержание витамина С, пектиновых веществ и красящих веществ (антоцианов).

Заключение. Таким образом, в процессе разработки функциональных продуктов на основе нетрадиционного растительного сырья – плодов черной шелковицы – получены новые фруктовые десерты, кото-

рые имеют в своем составе высокое содержание витамина С (31,4 мг % в среднем, при норме потребления – 90 мг/сутки), пектиновых веществ (3,18 % – в среднем, при норме потребления 2-4 г/сутки) и красящих веществ (153,25 мг % – в среднем, при норме потребления 10-15 мг/сутки).

Поскольку содержание функционального ингредиента в продукте должно составлять не менее 15% от суточной физиологической потребности в расчете на одну порцию продукта, разработанные десерты можно отнести к группе функциональных продуктов.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаджанова З.Х. Шелковица, тут: применение в древней, современной народной и научной медицине (обзор литературы) / З.Х. Бабаджанова [и др.] // Молодой ученый. 2015. № 7. С. 256-266.
2. Кароматов И.Д., Икромова Ф. Шелковица как лечебное средство древней и современной медицины // Биология и интегративная медицина. 2018. № 2 (19).
- 3 Базиян Х.А. Ягоды туты как лечебное средство // Вопросы питания. 1989. № 5. С. 81-82.
4. Соболь И.В., Красноселова Е.А., Донченко Л.В. Возможность использования натуральных растительных экстрактов в продуктах здорового питания // Известия Кабардино-Балкарского аграрного университета им. В.М. Кокова. 2024. № 4 (46). С. 146-153.
5. Вахрушева Ю.А., Селина И.И., Оганесян Э.Т. Сравнительная антиоксидантная активность ягод шелковицы черной (*Morus nigra L.*), шелковицы белой (*Morus alba L.*) и шелковицы красной (*Morus rubra L.*) // Фармация и фармакология. 2015. № 2 (9). С. 5-9.
6. Мубалиева Ш.М., Акназаров О.А., Шохуморова О. Биохимический состав соплодий шелковицы в условиях западного Памира // Известия Академии Наук Республики Таджикистан. 2009. № 3 (168). С. 54-57.
7. Нуралиев Ю. Лекарственные растения. Душанбе: Маориф, 1988. 155 с.
8. Густой экстракт плодов (винограда, шелковицы и восточной хурмы) как источник жизненно важных микроэлементов и витаминов / Д.Т. Петенг де Вогренан де Кюньяк [и др.] // Здравоохранение Таджикистана. 2012. № 1. С. 54-57.
9. Хасаншина А.Р., Абизов Е.А. Антимикробные и противовирусные свойства некоторых представителей семейства тутовых (*Moraceae* Link) // Медицинская помощь. 2003. № 3. С. 39-42.
10. Цибизова А.А., Палванова Ш.Р. Количество содержание аскорбиновой кислоты в плодах шелковицы черной // Новые вопросы в современной науке: сборник статей Международной научно-практической конференции. Астрахань, 2017. С. 83-85.
11. Соболь И.В., Родионова Л.Я. Разработка продуктов геронтологического питания повышенной пищевой ценности // Ползуновский вестник, 2021. № 2. С. 168-174.
12. A new antioxidant stilbene and other constituents from the stem bark of *Morus nigra* L. - Nat / Abbas G.M. [et al.] // Prod. Res. 2014. No. 28 (13). P. 952-959. doi: 10.1080/14786419.2014.900770.
13. Abd El-Mawla A.M., Mohamed K.M., Mostafa A.M. Induction of Biologically Active Flavonoids in Cell Cultures of *Morus nigra* and Testing their Hypoglycemic Efficacy - Sci // Pharm. 2011. Vol. 79, No. 4. P. 951-961.
14. Vafa M., Shidfar F., Tahavorgar A., Gohari M., Katebi D., Mohammadi V. Effects of blackberry (*Morus nigra* L.) consumption on serum concentration of lipoproteins, apo A-I, apo B, and high-sensitivity-C-reactive protein and blood pressure in dyslipidemic patients / Aghababae S.K. [et al.] // J. Res. Med. Sci. 2015. Vol. 20, No. 7. P. 684-691. doi: 10.4103/1735-1995.166227.
15. Gupta G., Afzal M., Kazmi I., Anwar F. Antiulcer and antioxidant activities of a new steroid from *Morus alba* / Ahmad A. [et al.] // Life Sci. 2013. Vol. 92, No. 3. P. 202-210.

16. Ahmed S., Shakeel F. Voltammetric determination of anti-oxidant character in *Berberis lycium* Royel, *Zanthoxylum armatum* and *Morus nigra* Linn plants // *Pak. J. Pharm. Sci.* 2012. Vol. 25, No. 3. P. 501-507.
17. Immunomodulatory activity of methanolic extract of *Morus alba* Linn. (mulberry) leaves / Bharani S.E. [et al.] // *Pak. J. Pharm. Sci.* 2010. Vol. 23, No. 1. P. 63-68.
18. Two new phenolic constituents from the root bark of *Morus alba* L. and their cardioprotective activity / Cao Y.G. [et al.] // *Nat. Prod. Res.* 2018. Vol. 32, No. 4. P. 391-398. doi: 10.1080/14786419.2017.1309535.
19. Chan E.W., Lye P.Y., Wong S.K. Phytochemistry, pharmacology, and clinical trials of *Morus alba* // *Chin. J. Nat. Med.* 2016. Vol. 14, No. 1. P. 17-30. doi: 10.3724/SP.J.1009.2016.00017
20. Dalmagro A.P., Camargo A., Zeni A.L.B. *Morus nigra* and its major phenolic, syringic acid, have antidepressant-like and neuroprotective effects // *Metab. Brain. Dis.* 2017. Vol. 32, No. 6. P. 1963-1973. doi: 10.1007/s11011-017-0089-y.
21. Cytotoxic prenylated flavonoids from *Morus alba* / Dat N.T [et al.] // *Fitoterapia.* 2010. Vol. 81, No. 8. P. 1224-1227.

REFERENCES

1. Babadzhanova, Z.Kh. Mulberry, sycamine: application in ancient, modern folk and scientific medicine (literature review) / Z.Kh. Babadzhanova [et al.] // *Young scientist.* 2015. Issue 7. P. 256-266. [In Russ.]
2. Karomatov, I.D., Ikromova, F. Mulberry as a remedy in ancient and modern medicine // *Biology and Integrative Medicine.* 2018. Issue 2 (19). [In Russ.]
3. Baziyan, H.A. Mulberry berries as a remedy // *Nutrition Issues.* 1989. Issue 5. P. 81-82. [In Russ.]
4. Sobol, I.V., Krasnoselova, E.A., Donchenko, L.V. Possibility of using natural plant extracts in healthy food products // *Bulletin of the Kabardino-Balkarian Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024. Issue 4 (46). P. 146-153. [In Russ.]
5. Vakhrusheva, Yu.A., Selina, I.I., Oganesyan, E.T. Comparative antioxidant activity of black mulberry (*Morus nigra* L.), White Mulberry (*Morus alba* L.) and Red Mulberry (*Morus rubra* L.) Berries // *Pharmacy and Pharmacology.* 2015. Issue 2 (9). P. 5-9. [In Russ.]
6. Mubalieva, Sh.M., Aknazarov, O.A., Shokhumarova, O. Biochemical composition of mulberry fruits in the conditions of the Western Pamirs // *Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan.* 2009. Issue 3 (168). P. 54-57. [In Russ.]
7. Nuraliyev, Yu. Medicinal Plants. Dushanbe: Maorif, 1988. 155 p. [In Russ.]
8. Thick fruit extract (grapes, mulberry, and oriental persimmon) as a source of vital microelements and vitamins / D.T. Peteng de Vaugrenant de Cugnac [et al.] // *Healthcare of Tajikistan.* 2012. Issue 1. P. 54-57. [In Russ.]
9. Khasanshina, A.R., Abizov, E.A. Antimicrobial and antiviral properties of some representatives of the mulberry family (Moraceae Link) // *Medical Care.* 2003. Issue 3. P. 39-42. [In Russ.]
10. Tsibizova, A.A., Palanova, Sh.R. Quantitative content of ascorbic acid in black mulberry fruits // *New issues in modern science: collected articles from the International scientific and practical conference. Astrakhan,* 2017. p. 83-85. [In Russ.]
11. Sobol, I.V., Rodionova, L.Ya. Development of gerontological nutrition products with increased nutritional value // *Polzunovsky Vestnik,* 2021. Issue 2. P. 168-174. [In Russ.]
12. A new antioxidant stilbene and other constituents from the stem bark of *Morus nigra* L. - Nat / Abbas G.M. [et al.] // *Prod. Res.* 2014. No. 28 (13). pp. 952-959. doi: 10.1080/14786419.2014.900770.
13. Abd El-Mawla A.M., Mohamed K.M., Mostafa A.M. Induction of Biologically Active Flavonoids in Cell Cultures of *Morus nigra* and Testing their Hypoglycemic Efficacy - Sci // *Pharm.* 2011. Vol. 79, No. 4. P. 951-961.
14. Vafa M., Shidfar F., Tahavorgar A., Gohari M., Katebi D., Mohammadi V. Effects of blackberry (*Morus nigra* L.) consumption on serum concentration of lipoproteins, apo A-I, apo B, and high-sensitivity-C-reactive protein and blood pressure in dyslipidemic patients / Aghababaee S.K. [et al.] // *J. Res. Med. Sci.* 2015. Vol. 20, No. 7. P. 684-691. doi: 10.4103/1735-1995.166227.

15. Gupta G., Afzal M., Kazmi I., Anwar F. Antiulcer and antioxidant activities of a new steroid from *Morus alba* / Ahmad A. [et al.] // *Life Sci.* 2013. Vol. 92, No. 3. P. 202-210.
16. Ahmed S., Shakeel F. Voltammetric determination of anti-oxidant character in *Berberis lycium* Royel, *Zanthoxylum armatum* and *Morus nigra* Linn plants // *Pak. J. Pharm. Sci.* 2012. Vol. 25, No. 3. P. 501-507.
17. Immunomodulatory activity of methanolic extract of *Morus alba* Linn. (mulberry) leaves / Bharani S.E. [et al.] // *Pak. J. Pharm. Sci.* 2010. Vol. 23, No. 1. P. 63-68.
18. Two new phenolic constituents from the root bark of *Morus alba* L. and their cardioprotective activity / Cao Y.G. [et al.] // *Nat. Prod. Res.* 2018. Vol. 32, No. 4. P. 391-398. doi: 10.1080/14786419.2017.1309535.
19. Chan E.W., Lye P.Y., Wong S.K. Phytochemistry, pharmacology, and clinical trials of *Morus alba* // *Chin. J. Nat. Med.* 2016. Vol. 14, No. 1. P. 17-30. doi: 10.3724/SP.J.1009.2016.00017
20. Dalmagro A.P., Camargo A., Zeni A.L.B. *Morus nigra* and its major phenolic, syringic acid, have antidepressant-like and neuroprotective effects // *Metab. Brain. Dis.* 2017. Vol. 32, No. 6. P. 1963-1973. doi: 10.1007/s11011-017-0089-y.
21. Cytotoxic prenylated flavonoids from *Morus alba* / Dat N.T [et al.] // *Fitoterapia*. 2010. Vol. 81, No. 8. P. 1224-1227.

Информация об авторах / Information about the authors

Соболь Ирина Валерьевна, кандидат технических наук, доцент ВАК, заведующий кафедрой технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, улица Калинина, д. 13, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0641-6261>, e-mail: iv-sobol@mail.ru

Донченко Людмила Владимировна, доктор технических наук, профессор ВАК, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, директор НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, улица Калинина, д. 13, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1468-4808>, e-mail: niibiotecn@mail.ru

Красноселова Екатерина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент ВАК, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, улица Калинина, д. 13, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1554-4740>, e-mail: ekrasnoselova@mail.ru

Варивода Альбина Алексеевна, кандидат технических наук, доцент ВАК, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, улица Калинина, д. 13, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5931-2119>, e-mail: albin2222@mail.ru

Савченко Евгения Сергеевна, ассистент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образо-

вательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, улица Калинина, д. 13, e-mail: edorosh@inbox.ru

Irina V. Sobol, PhD (Eng.), Associate Professor of the Higher Attestation Commission, Head of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinina Street, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0641-6261>, e-mail: iv-sobol@mail.ru

Lyudmila V. Donchenko, Dr Sci. (Eng.), Professor of the Higher Attestation Commission, Professor of the Department of Plant Product Storage and Processing Technology, Director of the Research Institute of Biotechnology and Food Certification, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinina Street, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1468-4808>, e-mail: niibiotechn@mail.ru

Ekaterina A. Krasnoselova, PhD (Eng.), Associate Professor of the Higher Attestation Commission, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin Street, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1554-4740>, e-mail: ekrasnoselova@mail.ru

Albina A. Varivoda, PhD (Eng.), Associate Professor of the Higher Attestation Commission, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin Street, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5931-2119>, e-mail: albin2222@mail.ru

Evgeniya S. Savchenko, Assistant Professor, the Department of Plant Product Storage and Processing Technology, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin Street, e-mail: edorosh@inbox.ru

Заявленный вклад авторов

Соболь Ирина Валерьевна, Донченко Людмила Владимировна – разработка методики исследования, валидация данных.

Красноселова Екатерина Анатольевна – оформление статьи по требованиям журнала
Варивода Альбина Алексеевна – подбор литературных источников.

Савченко Евгения Сергеевна – проведение эксперимента.

Claimed contribution of authors

Irina V. Sobol, Lyudmila V. Donchenko – development of the research methodology and validating the data.

Ekaterina A. Krasnoselova – preparation of the article according to the requirements of the Journal.

Albina A. Varivoda – selection of the literature.

Evgeniya S. Savchenko – conducting the experiment.

Поступила в редакцию 24.09.2025

Received 24.09.2025

Поступила после рецензирования 28.10.2025

Revised 28.10.2025

Принята к публикации 30.10.2025

Accepted 30.10.2025