

Научная статья

УДК 664.8

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-148-156

## Оценка содержания и структуры полифенолов в некультивируемых растениях

Алла Смалиевна Хамицаева<sup>✉1</sup>, Светлана Заурбековна Алборова<sup>2</sup>,  
Бела Таймуразовна Хетагурова<sup>3</sup>, Ирена Таймуразовна Караева<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Горский государственный аграрный университет», улица Кирова, 47, Владикавказ, Россия, 362019

<sup>4</sup>Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова, улица Ватутина, 44-46, Владикавказ, Россия, 362021

<sup>✉1</sup>allahamicaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3894-9620>

<sup>2</sup>alborovasz@mail.ru

<sup>3</sup>bellahetagurova@mail.ru

<sup>4</sup>irena.karaeva@yandex.ru

**Аннотация.** Полифенолы – органические соединения, которые содержатся в дикорастущем растительном сырье и обладают сильным антиоксидантным эффектом. Цель исследования – выявление полифенольного состава некультивируемых растений и оценка его изменения в результате сушки и хранения. Сбор дикорастущих растений проводился в Дигорском ущелье Ирафского района в РСО – Алания. В качестве объектов исследования были выбраны люпин белый, люпин желтый, цикорий, лебеда и модифицированные продукты, полученные из них (высушенные, измельченные органы растений и экстракты из модифицированных продуктов). Уровень полифенолов (2,8–6,7%) значительно варьируется в зависимости от вида растительного материала и его конкретной части. Максимальное содержание полифенолов характерно для подземных органов цикория (корни и корневища). В вегетативных органах лебеды (стебли и листья) полифенолы присутствуют лишь в небольших количествах. В составе полифенолов идентифицированы оксибензойная, галловая, эллаговая, о-протокатеховая, феруловая, п-кумаровая и кофейная кислоты. Флавонолы являются преобладающим классом соединений в составе полифенолов. Их количество (%) составляет в листьях и соцветиях люпина желтого 30, люпина белого и лебеды 57, в листьях и стеблях цикория 58, корнях и корневищах цикория 59. Содержание антоцианов изменяется в пределах от 0 до 53%, а суммы алкалоидов – от 9,3 до 45,7% в зависимости от вида сырья. Наибольшая массовая доля суммы алкалоидов выявлена в листьях и стеблях цикория. При ИК-сушке сырья количество полифенолов снижается на 11–50%. Хранение порошков дикорастущих растений в течение 24 месяцев при температуре 20±5 °С приводит к снижению концентрации флавоноидов на 9–21%.

**Ключевые слова:** некультивируемые растения, люпин желтый, люпин белый, лебеда, цикорий, полифенолы, флавоноиды.

**Для цитирования:** Хамицаева А. С., Алборова С. З., Хетагурова Б. Т., Караева И. Т. Оценка содержания и структуры полифенолов в некультивируемых растениях // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 148–156. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-148-156

Original article

## Assessment of the content and structure of polyphenols in non-cultivated plants

Alla S. Khamitsaeva<sup>✉1</sup>, Svetlana Z. Alborova<sup>2</sup>, Bela T. Khetagurova<sup>3</sup>, Irena T. Karaeva<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Gorsky State Agrarian University, 47 Kirova Street, Vladikavkaz, Russia, 362019

<sup>4</sup>North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, 44-46 Vatutina Street, Vladikavkaz, Russia, 362021

<sup>✉1</sup>allahamicaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3894-9620>

<sup>2</sup>alborovasz@mail.ru

<sup>3</sup>bellahetagurova@mail.ru

<sup>4</sup>irena.karaeva@yandex.ru

**Abstract.** Polyphenols are organic compounds found in wild plant materials that possess strong antioxidant properties. The aim of this study was to identify the polyphenolic composition of uncultivated plants and evaluate its changes during drying and storage. Wild plants were collected in the Digor Gorge of the Irafsky District of the Republic of North Ossetia-Alania. The study subjects were white lupine, yellow lupine, chicory, orach, and modified products obtained from them (dried, ground plant parts and extracts obtained from these products). Polyphenol levels (2.8–6.7%) vary significantly depending on the type of plant material and its specific part. The highest polyphenol content is characteristic of the underground parts of chicory (roots and rhizomes). In the vegetative parts of orach (stems and leaves), polyphenols are present only in small quantities. Polyphenols include oxybenzoic, gallic, ellagic, o-protocatechuic, ferulic, n-coumaric, and caffeic acids. Flavonols are the predominant class of compounds in polyphenols. Their content (%) is 30 in the leaves and inflorescences of yellow lupine, 57 in white lupine and orach, 58 in the leaves and stems of chicory, and 59 in the roots and rhizomes of chicory. The content of anthocyanins varies from 0 to 53%, and the total alkaloids range from 9.3 to 45.7% depending on the type of raw material. The highest mass fraction of the total alkaloids was found in the leaves and stems of chicory. During IR drying of raw materials, the amount of polyphenols decreases by 11–50%. Storage of wild plant powders for 24 months at a temperature of 20±5 °C leads to a decrease in the concentration of flavonoids by 9–21%.

**Keywords:** uncultivated plants, yellow lupine, white lupine, quinoa, chicory, polyphenols, flavonoids

**For citation:** Khamitsaeva AS, Alborova SZ, Khetagurova BT, Karaeva IT. Assessment of the content and structure of polyphenols in non-cultivated plants. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):148–156. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-148-156

**Введение.** Дикорастущие растения – богатый источник полифенольных соединений, синтезируемых и накапливаемых ими естественным образом.

Характеристики этих соединений – качественный и количественный состав, а также проявляемая ими биологическая активность – находятся в прямой зависимости от множества факторов. К ним относятся условия окружающей среды, в которых произрастает растение, его видовая принадлежность и конкретная часть, используемая для анализа [1–3].

Ученые сделали важное открытие, заключающееся в том, что полифенольные соединения, синтезируемые и накапливаемые дикорастущими растениями, особенно флавоно-

лы, антоцианы и др., играют ключевую роль в поддержании здоровья человека [3, 4–7].

Особо стоит отметить, что последние научные достижения пролили свет на критически существенную биологическую роль полифенольных соединений – они демонстрируют выраженные профилактические и терапевтические эффекты, включая регуляцию процессов роста, снижение проницаемости и ломкости сосудистой стенки, а также антигеморрагическое действие [8–10].

**Целью исследования** являлось выявление полифенольного состава некультивируемых растений и оценка его изменения в результате сушки и хранения.

**Задачи** для выполнения поставленной цели:

- исследование суммарного содержания полифенольных соединений в различных анатомических частях дикорастущего сырья;
- исследование содержания полифенольных соединений в экстрактах порошков некультивируемых растений;
- исследование динамики содержания флавоноидов при ИК-сушке сырья;
- исследование динамики содержания флавоноидов в процессе хранения порошков.

**Материалы, методы и объекты исследования.** В качестве объектов исследования выбраны некультивируемое растительное сырье, широко распространенное в РСО – Алаania: люпин белый; люпин желтый; цикорий; лебеда; модифицированные продукты, полученные из выбранных нативных дикорастущих растений (высушенный, измельченный люпин белый; высушенный, измельченный люпин желтый; высушенный, измельченный цикорий; высушенная, измельченная лебеда; экстракты, полученные из модифицированных продуктов).

Сбор исследуемых дикорастущих растений проводился в Ирафском районе Дигорского ущелья в РСО – Алаania.

Отбор и подготовку проб растительного сырья выполняли по ГОСТ Р 58588-2019 «Отбор и подготовка растительных проб для изотопного анализа».

Экстракты модифицированных продуктов получали методом мацерации: порошки заливали экстрагентом (вода, спирт) и настаивали в закрытой емкости с перемешиванием в течение 3 суток.

Количественное определение полифенольных соединений проводили по методике, основанной на предварительном разделении их с помощью двухмерной хроматографии на бумаге с последующим спектрофотометрированием элюатов.

Спектры поглощения флавоноидов состояли из двух основных полос: полосы I (300–380 нм), полосы II (240–295 нм). У некоторых флавоноидов полоса поглощения смещалась в сторону 400–500 нм [11].

Проведено исследование влияния сушки и последующего хранения порошкообразного растительного сырья на содержание флавоноидов.

Образцы хранились при контролируемой температуре ( $20 \pm 5$  °C) в течение 24 месяцев.

**Результаты исследования.** В ходе изучения нативного дикорастущего растительного сырья было обнаружено присутствие в нем полифенольных соединений, существующих в форме мономеров (катехины), димеров (антоцианы) и полимеров (флавоны, флавонолы, танины). Результаты представлены на рисунке 1.

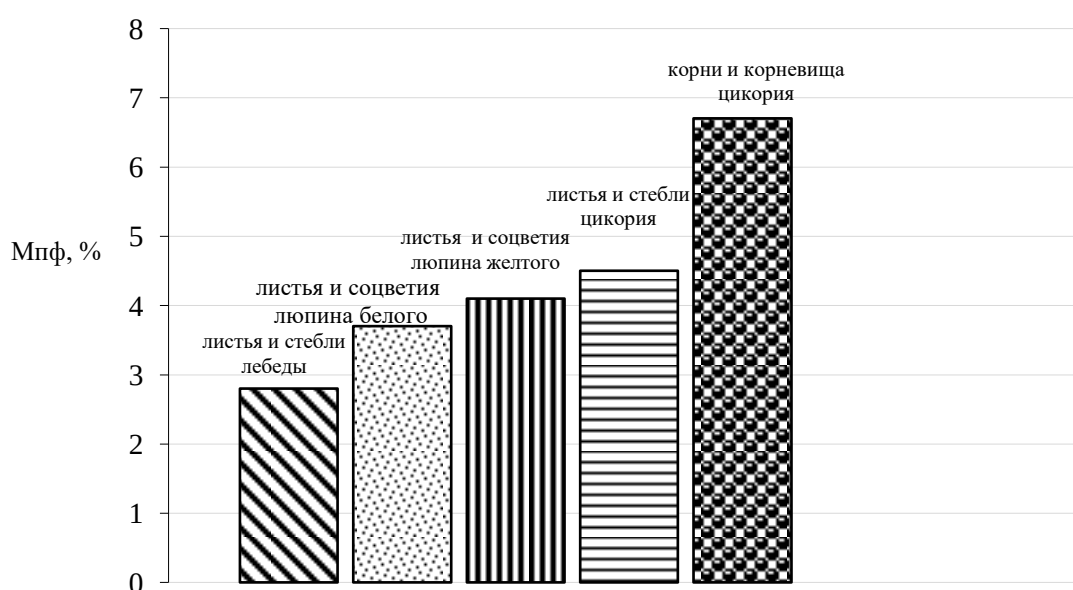


**Рисунок 1.** Полифенолы в различных анатомических частях свежего растительного сырья  
**Figure 1.** Total content of phenolic compounds in various anatomical parts of wild-growing raw materials

Анализ данных, представленных на рисунке 1, выявляет наличие полифенолов во всех исследованных анатомических структурах дикорастущего сырья. Примечательно, что уровень этих соединений значительно колеблется в зависимости от вида растительного материала и его конкретной части.

Максимальное содержание полифенолов характерно для подземных органов цикория – его корней и корневищ. При этом в вегетативных частях лебеде (стеблях и листьях) эти вещества присутствуют лишь в небольших количествах.

Идентификация полифенолов была осуществлена посредством сопоставления полученных результатов с референсными образцами. На основе качественных реакций были обнаружены: п-оксибензойная, галловая, эл-

лаговая и о-протокатеховая кислоты, классифицируемые как С6–С1, а также феруловая, п-кумаровая и кофейная кислоты, относящиеся к категории С6–С3.

Диапазон концентрации полифенолов (2,8–6,7%), включающий такие кислоты, как оксибензойная, галловая, эллаговая, о-протокатеховая, феруловая, п-кумаровая и кофейная, является определяющим фактором их мощного антиоксидантного, противовоспалительного и клеточно-защитного действия.

Хроматографическое разделение и спектрофотометрическое определение пиктов при длинах волн 240–500 нм позволило количественно оценить содержание полифенольных соединений (рис. 2).

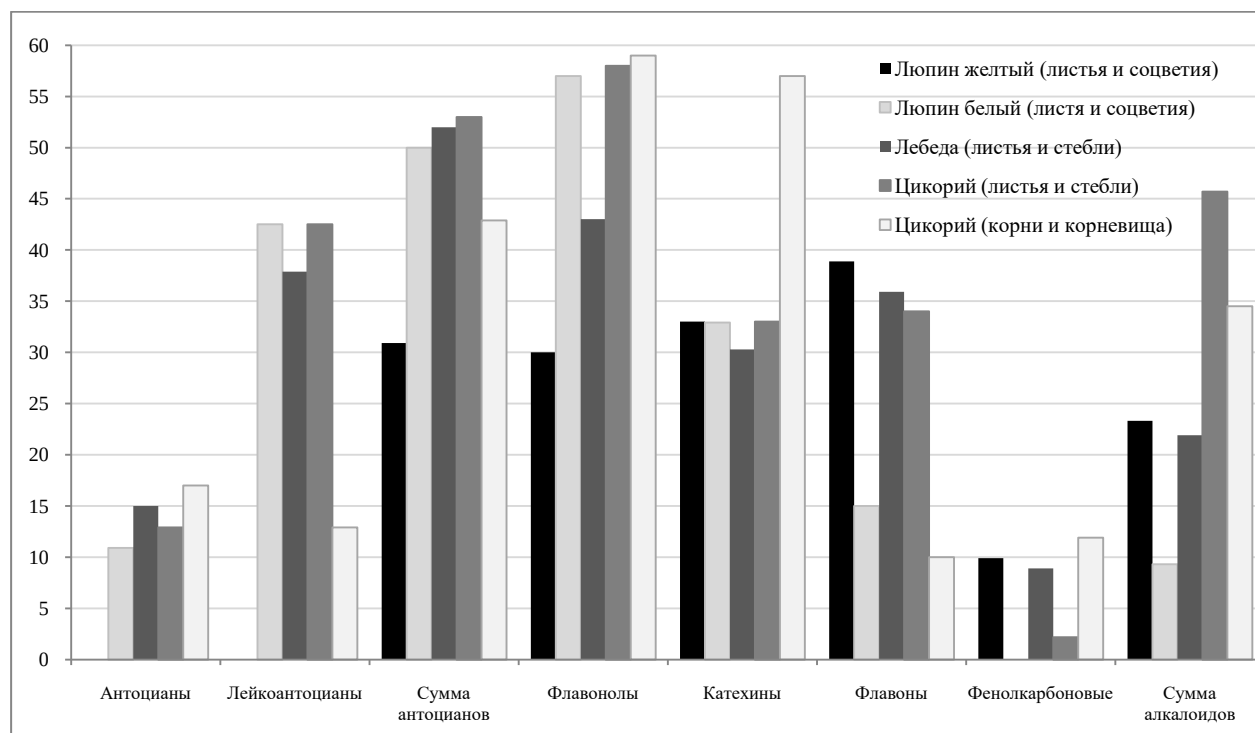


**Рисунок 2.** Полифенолы в экстрактах порошков некультивируемых растений  
**Figure 2.** Polyphenols in extracts of uncultivated plant powders

Все анализируемые объекты содержат полный спектр изучаемых полифенолов.

Исследования показали, что флавонолы являются преобладающим классом соединений в изучаемых растениях. Их количество (%) составляет в люпине желтом (листья и соцветия) 30, люпине белом (листья и соцветия) 57, лебеде (листья и стебли) 57, цикории

(листья и стебли) 58, цикории (корни и корневища) 59.

Наибольшая концентрация флавонолов была обнаружена в корнях и корневищах цикория, тогда как наименьшее их содержание наблюдалось в стеблях и листьях лебеде. Искомые количества флавонолов обладают нейтрализующим эффектом свободных радика-

лов, предотвращая окислительный стресс и замедляя старение клеток.

Исследование полифенолов в экстрактах порошков дикорастущих растений подтверждает, что они являются неплохим источником антоцианов. Содержание антоцианов менялось в пределах от 0 до 53% в зависимости от вида сырья. Антоцианы, лейкоантоцианы, катехины, флавоны, фенолкарбоновые кислоты, принадлежащие к полифенольным соединениям, характеризуются антиатеросклеротической активностью.

Их активность основана на ингибировании окисления липопротеидов низкой плотности и повышении концентрации хорошего холестерина в крови. Антиоксидантная активность обусловлена наличием в их структуре групп -ОН, которые могут снижать количество вредных свободных радикалов. В конечном итоге установленное количество антоцианов может регулировать замедление образования атеросклеротических бляшек.

Алкалоиды обладают рядом фармакологических свойств, влияющих на здоровье человека, таких как противораковое, противовоспалительное, противомалярийное, противомикробное, антигипертензивное, противодиабетическое и антиоксидантное. Поскольку организм человека практически не синтезирует алкалоиды, их необходимо получать с пищей. Для предотвращения дефицита алкалоидов в организме важно знать, в каких количествах и когда их следует употреблять.

Наибольшая массовая доля суммы алкалоидов выявлена в цикории (листьях и стеблях). Установленные количества суммы алкалоидов в исследуемых объектах составляют 9,3–45,7%, что позволяет обеспечить профилактические и терапевтические эффекты.

Изучено содержание флавонолов в высушенном ИК-излучением дикорастущем сырье (рис. 3).

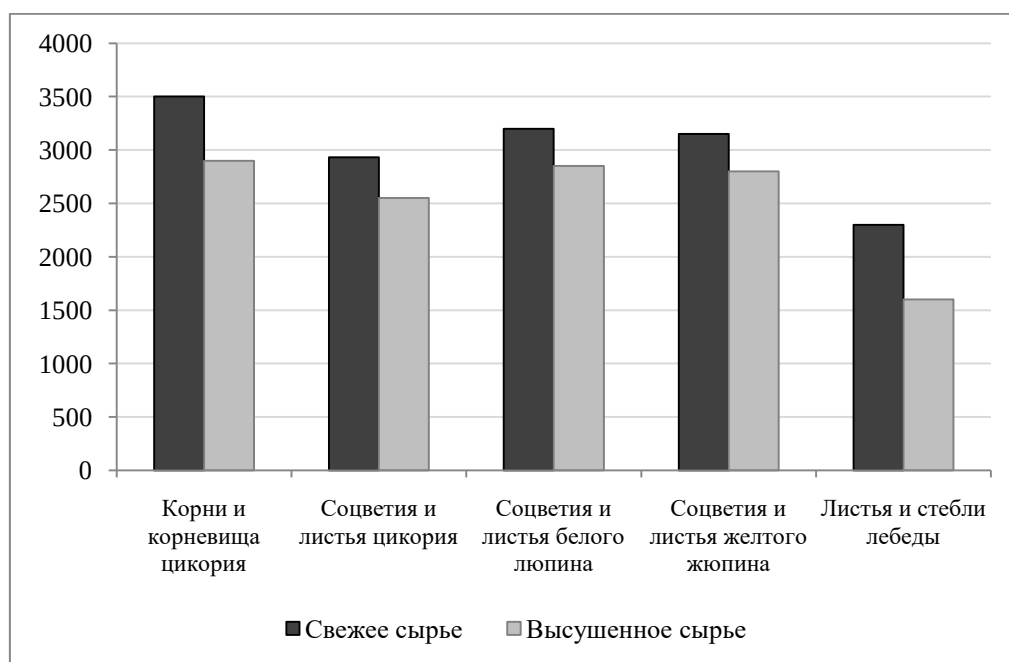


**Рисунок 3.** Изменение содержания флавоноидов при ИК-сушке сырья, мг/100 г прод.  
**Figure 3.** Change in flavonoid content during IR drying of raw materials, mg/100 g prod.

В процессе сушки существенным изменениям из флавоноидов подвергаются антоцианы. Эти изменения связаны с тем, что некоторые полифенолы легко окисляются и способны образовывать полимерные соединения различной молекулярной массы. Из данных диаграммы видно, что в исследуемых образцах

дикорастущих растений количество полифенолов при сушке уменьшается на 11–50%.

Изучено влияние 24-месячного хранения порошков дикорастущих растений при температуре  $20 \pm 5$  °C на содержание флавоноидов (рис. 4).

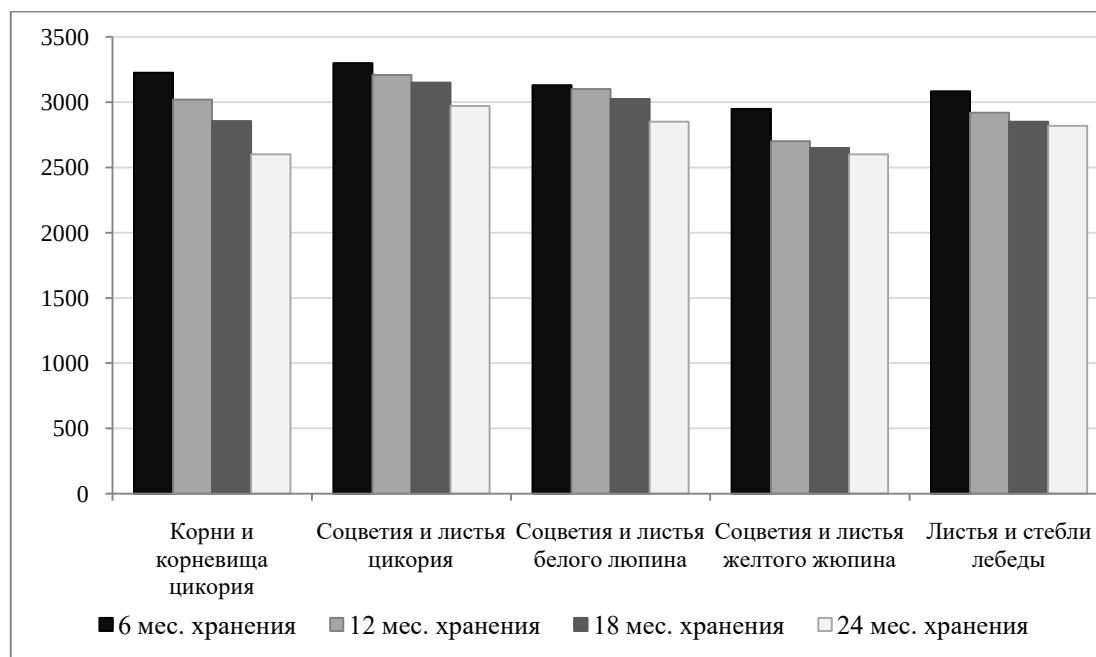


**Рисунок 4.** Изменение содержания флавоноидов в процессе хранения порошков, мг/100 г прод.  
**Figure 4.** Changes in the content of flavonols during storage of powders, mg/100 g of prod.

В ходе хранения порошков дикорастущего сырья аналогично процессу сушки наблюдаются существенные деградационные изменения в химической структуре флавоноидов. Через 24 месяца хранения сырья зафиксировано снижение их концентрации на 9–21%. Данные трансформации обусловлены высокой реакционной способностью антоцианов к окислению и их способностью к полимеризации с образованием различных органических соединений.

**Выводы.** Количественное содержание полифенолов в анализируемых объектах находится в пределах: флавонолы 30–59%, антоцианы 0–53%, катехины 30–57%, флавоны 10–38%.

Адекватные уровни потребления фенольных соединений составляют: для флавонолов 30 мг/сутки, антоцианинов 50 мг/сутки, флавонов 10 мг/сутки, катехинов 100 мг/сутки (Нормы физиологических потребностей в

энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21).

Комплексное использование полифенолов, извлеченных из некультивируемых растений, в производстве функциональных продуктов питания демонстрирует потенциал для улучшения общего состояния здоровья и восстановления внутреннего равновесия (гомеостаза) человеческого организма.

Изучение процессов сушки и хранения порошков некультивируемых растений позволило получить результаты, которые характеризуют некоторое снижение концентрации полифенолов в исследуемых объектах.

Указанные изменения являются прямым следствием легкой окисляемости антоцианов и их склонности к формированию полимерных соединений с широким спектром молекулярных масс.

#### Список литературы

1. Садовой В. В., Хамицаева А. С. Исследование молекулярных характеристик биологически активных добавок // Методические аспекты современного цифрового образования: тенденции и инновационные решения: материалы Всероссийской (национальной) научно-методической конференции, Ставрополь, 28 февраля 2024 года. Краснодар: Российское энергетическое агентство, 2024. С. 126–133. EDN: PUZQNI

2. Тутельян В. А., Лашнева Н. В. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флаваноны: пищевые источники, биодоступность, влияние на ферменты метаболизма ксенобиотиков // Вопросы питания. 2011. Т. 80. № 5. С. 4. EDN: TJFVUP
3. Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention / V.V. Sadovoy, T.V. Shchedrina, V.V. Melentyeva, A.S. Khamitsaeva // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. 2018. Vol. 9. No. 4. Pp. 1620–1625. EDN: YQEDNZ
4. Хамицаева А. С., Волох Е. Ю., Цаллаева Л. Б. Компьютерное моделирование рецептур мясных изделий с добавлением БАД // Актуальные вопросы экономики: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки и образования РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РСО – Алания, доктора экономических наук, профессора Б. Б. Басаева, Владикавказ, 22–23 марта 2023. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2023. Т. 1. С. 306–309. EDN: WUKMLW
5. Алборова А. О., Дзюва А. А. Инновационные продукты питания функционального назначения // Студенческая наука – агропромышленному комплексу: научные труды студентов Горского государственного аграрного университета. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. Т. 54. Ч. 2. С. 312–314. EDN: ZTZKUF
6. Обоснование целесообразности использования нетрадиционного растительного сырья в технологии мучных изделий / А. С. Хамицаева, Ф. Л. Кудзиева, А. С. Царуева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017. № 1(355). С. 13–16. EDN: YHESLP
7. Research of rheological parameters of flour suspensions / A.T. Vasyukova, I.U. Kusova, M.M. Dyshekova [et al.] // Scientific research of the SCO countries: synergy and integration: Proceedings of the International Conference, Beijing. Уфа: Инфинити, 2023. Pp. 227–234. EDN: TADPSS
8. Modeling of lipolysis in the human body and the methodology for developing technology of supplements for obesity prevention considering the utilization of food industry by-products / V. Sadovoy, N. Barakova, A. Baskovtceva [et al.] // Frontiers in Nutrition. 2023. Vol. 10. DOI: 10.3389/fnut.2023.1264477. EDN: MTLNOK
9. Development of a food antioxidant additive technology out of grape pomace / V.V. Sadovoy, T.V. Voblikova, A.V. Morgunova, A.V. Permyakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Сер. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials – Technology of Processing, Storage and Recycling of Plant Crops", Voronezh, 26–29 февраля 2020 года. IOP Publishing Ltd., 2021. Vol. 640. P. 022080. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022080. EDN: DNHGRJ
10. Использование нетрадиционного растительного сырья в технологии мучных изделий / А. С. Хамицаева, Ф. Л. Кудзиева, Ф. И. Будаев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017. № 4(358). С. 35–39. EDN: ZIASSZ
11. Куркина А. В. Актуальные аспекты стандартизации лекарственного растительного сырья, содержащего флавоноиды // Бюллетень сибирской медицины. 2011. Т. 10. № 5. С. 150–154. EDN: OJHKQX

## References

1. Sadovoy VV, Khamitsaeva AS. Study of molecular characteristics of biologically active additives. *Metodicheskie aspekty sovremennogo tsifrovogo obrazovaniya: tendentsii i innovatsionnye resheniya: materialy Vserossijskoj (natsional'noj) nauchno-metodicheskoy konferentsii, Stavropol', 28 fevralya 2024 goda* [Methodological aspects of modern digital education: trends and innovative solutions: Proceedings of the All-Russian (national) scientific and methodological conference Text electronic publication, Stavropol, 2024 February 28]. Krasnodar: Rossijskoe energeticheskoe agentstvo, 2024. (In Russ.). Pp. 126–133. EDN: PUZQHI
2. Tutelyan VA, Lashneva NV. Biological active substances of plant origin. Flavanones: dietary sources, bioavailability, the influence on xenobiotic metabolizing enzymes. *Voprosy pitaniia*. 2011;80(5):4. (In Russ.). EDN: TJFVUP
3. Sadovoy VV, Shchedrina TV, Melentyeva VV, Khamitsaeva AS. Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention. *Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences*. 2018;9(4):1620–1625. EDN: YQEDNZ
4. Khamitsaeva AS, Volokh EY., Tsallaeva LB. Computer modeling of meat product recipes with the addition of dietary supplements. *Aktual'nye voprosy ekonomiki: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki i obrazovaniya RF, Zasluzhennogo rabotnika sel'skogo khozyajstva RSO – Alaniya, doktora ekonomicheskikh nauk, professora B. B. Basaeva, Vladikavkaz, 22–23 marta 2023*. [Current issues in economics: Proceedings of the international

scientific and practical conference dedicated to the memory of the Honored Worker of Science and Education of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Republic of North Ossetia-Alania, Doctor of Economics, Professor Boris Beshtauovich Basayev, Vladikavkaz, March 22–23, 2023]. Vladikavkaz: Gorskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2023;1:306–309. (In Russ.). EDN WUKMLW

5. Alborova AO, Dziova AA. Innovative functional food products. *Studencheskaya nauka – agropromyshlennomu kompleksu: Nauchnye trudy studentov Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Student science – for the agro-industrial complex: scientific works of students of the Gorskiy state agrarian university]. Vladikavkaz: Gorskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2017;54(P. 2):312–314. (In Russ.). EDN: ZTZKUF

6. Khamitsaeva AS, Kudzieva FL, Tsarueva AS [et al.]. Justification of the feasibility of using non-traditional plant materials in the technology of flour products. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2017;(1):13–16. (In Russ.). EDN YHESLP

7. Vasyukova AT, Kusova IU, Dyshekova MM [et al.]. Research of rheological parameters of flour suspensions. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration: Proceedings of the International Conference, Beijing, January 13, 2023*. Ufa: Infiniti, 2023. Pp. 227–234. EDN: TADPSS

8. Sadovoy V, Barakova N, Baskovtceva A [et al.]. Modeling of lipolysis in the human body and the methodology for developing technology of supplements for obesity prevention considering the utilization of food industry by-products. *Frontiers in Nutrition*. 2023;10:1264477. DOI: 10.3389/fnut.2023.1264477. EDN: MTLNOK

9. Sadovoy VV, Voblikova TV, Morgunova AV, Permyakov AV. Development of a food antioxidant additive technology out of grape pomace. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh, February 26–29, 2020*. Voronezh. 2021;640:022080. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022080. EDN: DNHGRJ

10. Khamitsaeva AS, Kudzieva FL, Budaev FI [et al.]. Use of non-traditional plant materials in the technology of flour products. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2017;(4):35–39. (In Russ.). EDN: ZIASSZ

11. Kurkina AV. Actual aspects of standardization of medicinal vegetative raw materials containing flavonoids. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2011;10(5):150–154. (In Russ.). EDN: OJHKQX

---

#### Сведения об авторах

**Хамицаева Алла Смалиевна** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии продукции и организации общественного питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 7375-5496, Scopus ID: 57203266828

**Алборова Светлана Заурбековна** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры естественно-научных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 6682-6050

**Хетагурова Бела Таймуразовна** – старший преподаватель кафедры ветеринарии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 2186-1184

**Караева Ирена Таймуразовна** – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова. SPIN-код: 2072-1947

#### Information about the authors

**Alla S. Khamitsaeva** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Product Technology and Public Catering Organization, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 7375-5496

**Svetlana Z. Alborova** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Natural Sciences, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 6682-6050

**Bela T. Khetagurova** – Senior Lecturer at the Department of Veterinary Medicine and Veterinary Sanitary Expertise, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 2186-1184

**Irena T. Karaeva** – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Food Technology, North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, SPIN-code: 2072-1947

---

**Авторский вклад.** Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

**Author's contribution.** All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 26.03.2026;  
одобрена после рецензирования 17.04.2026;  
принята к публикации 11.06.2026.*

*The article was submitted 26.03.2026;  
approved after reviewing 17.04.2026;  
accepted for publication 11.06.2026.*