

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-63-75>

УДК 664.8/9:[641.3:613.26] (470.6)



Изучение биологически активных веществ растительного сырья Северного Кавказа различными способами консервации

Н.О. Сичко✉, М.И. Стальная

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Майкопский государственный технологический университет»,
г. Майкоп, Российская Федерация,
✉sichko1971@mail.ru*

Аннотация. Введение. При хранении лекарственного растительного материала для обеспечения сохранности максимального количества биологически активных компонентов необходимо замедлить в нем биохимические процессы путем консервации. Сегодня являются актуальными исследования по изучению изменений физико-химического состава биологически активных веществ (БАВ) растительного сырья, в том числе плодов и листьев, для того чтобы установить оптимальный метод, позволяющий сохранить основные качества сырья. С целью увеличения объемов производства местных отечественных лекарственных растительных препаратов следует внедрять замораживание и высушивание наряду с традиционным свежесобраным использованием лекарственных растений. **Цель исследования.** Изучение БАВ свежих, замороженных и высушенных листьев базилика трех сортов, произрастающих на территории Северного Кавказа. **Методы.** В процессе исследования были использованы стандартные методы анализа, используемые при изучении растительного сырья. **Результаты.** Установлено, что при консервации пищевого растительного сырья процесс заморозки широко применяется, но практически не используется в фармацевтической практике. Подобное обстоятельство в настоящее время обусловлено малочисленными сведениями по химическому составу БАВ большей части видов замороженного лекарственного растительного сырья, а также сравнительных исследований по содержанию БАВ в свежем, высушенном и замороженном сырье. В статье приводятся оригинальные сведения по исследованию химического состава и биологически активных соединений свежей, замороженной и сушеной зелени базилика трех сортов (Бархат, Арарат, Гвоздичный), произрастающих на территории Северного Кавказа. Показано, что экстракты из надземных органов базилика обладают выраженной антиоксидантной активностью. В зависимости от применяемого способа консервации в процессе количественного изучения были определены следующие биологически важные соединения: хлорофилл, каротиноиды, аскорбиновая кислота, а также установлена антиоксидантная активность сырья. **Заключение.** Полученные результаты доказывают перспективность проводимых научных исследований, имеющих не только теоретическое, но и практическое значение с целью создания новой продукции с использованием свежей, замороженной и сушеной зелени базилика с высоким содержанием природных антиоксидантов (биологически активных веществ) и создания напитков функционального назначения.

Ключевые слова: растительное сырье, способы консервации, биологически активные вещества, антиоксидантная активность

Для цитирования: Сичко Н.О., Стальная М.И. Изучение биологически активных веществ растительного сырья Северного Кавказа различными способами консервации. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):63-75. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-63-75>

Investigation of biologically active substances of the North Caucasus plant raw materials using various preservation methods

N.O. Sichko✉, M.I. Stalnaya

*Maykop State Technological University,
Maikop, the Russian Federation,
✉sichko1971@mail.ru*

Abstract. Introduction. When storing medicinal plant material, in order to ensure the preservation of the maximum number of biologically active components, it is necessary to slow down the biochemical processes by preservation. Today, studies on changes in the physicochemical composition of biologically active substances (BAS) of plant raw materials, including fruits and leaves, are relevant in order to establish the optimal method that allows preserving the main qualities of the raw materials. In order to increase the production volumes of local domestic medicinal herbal preparations, freezing and drying should be introduced along with the traditional freshly picked use of medicinal plants. **The goal of the research** was to study biologically active substances of fresh, frozen and dried basil leaves of three varieties growing in the North Caucasus. **The methods.** Standard methods of analysis of plant materials were used in the research. **The results.** It has been found that the freezing process is widely used in the preservation of food plant materials, but it is not used in pharmaceutical practice. This is due to the scarce information on the chemical composition of biologically active substances of most types of frozen medicinal plant materials, as well as comparative studies on the content of biologically active substances in fresh, dried and frozen raw materials. The article presents original information on the study of the chemical composition and biologically active compounds of fresh, frozen and dried basil greens of three varieties (Velvet, Ararat, Gvozdichny) growing in the North Caucasus. It is shown that extracts from the aboveground organs of basil have pronounced antioxidant activity. Depending on the preservation method used, the following biologically important compounds have been identified in the quantitative study: chlorophyll, carotenoids, ascorbic acid, and the antioxidant activity of the raw materials has also been established. **The Conclusion.** The results obtained prove the prospects of the conducted scientific research, which has not only theoretical but also practical significance for the purpose of creating new products using fresh, frozen and dried basil greens with a high content of natural antioxidants (biologically active substances) and creating functional drinks.

Keywords: plant materials, preservation methods, biologically active substances, antioxidant activity

For citation: Sichko N.O., Stalnaya M.I. Investigation of biologically active substances of the North Caucasus plant raw materials using various preservation methods. *Novye tehnologii / New technologies*. 2025; 21(2):63-75. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-63-75>

Введение. Свежесобранный растительный материал долго не хранится, поскольку в нем после сбора начинают интенсивно протекать различные физические, биологические и биохимические превращения. Активное неблагоприятное воздействие ряда плесневых грибов и некоторых бактерий или же развитие анаэробных микроорганизмов свидетельствует о бурном протекании биологических явлений. Различные механические повреждения или действие прямых солнечных лучей, приво-

дящее к повышению температуры, газового состава и влажности хранящегося сырья указывают на начавшуюся физическую активность. Это могут быть процессы инверсии сахаристых соединений, потеря упругости, самосогревание за счет распада органических молекул [1].

Анаэробное дыхание, потеря значительного количества органических веществ, поэтапный гидролиз пектиновых соединений – это биохимические процессы, которые динамично протекают в

свежем растительном сырье под действием ферментов.

При исследовании химического состава лекарственного растительного сырья (ЛРС) различных способов хранения консервацию в течение длительного периода можно рассматривать как мероприятие, которое направлено на максимально возможное сохранение биологически активных веществ (БАВ) в различных объектах [2].

Значительная часть биологически активных соединений при консервации подвергается различным превращениям и изменениям. Этому могут способствовать либо воздействие факторов окружающей среды, либо протекающие экзотермические ферментативные окислительно-восстановительные процессы, регулируемые ферментами, а также гидролитические процессы распада (гидролиза) сложных молекул. В этой связи требуется правильный подбор условий протекания используемых методов консервирования, что, в свою очередь, будет приводить к незначительному снижению активных составляющих в растительном материале [3]. Вот почему углубление знаний о влиянии процессов высушивания и замораживания растительного материала на количество активных компонентов является перспективной целью нашего исследования.

Растения базилика (*Ocimum basilicum* L.) относятся к изучаемым видам лекарственного растительного сырья Северного Кавказа, они заслуживают пристального внимания и являются перспективными для дальнейшего научного изучения.

В настоящее время все более популярным становится исследование листьев базилика за счет широкого спектра фармакологических свойств и благодаря их богатому биохимическому составу. Надземные части базилика содержат большое количество биологически активных веществ, к которым можно отнести как фенольные соединения, включая антоцианы и флавоноиды, так и эфирные масла.

В листьях базилика отмечено высокое содержание эссенциальных микро- и макроэлементов, что позволяет использовать изучаемое растение в качестве приправ и добавок для решения проблем дефицита важных нутриентов в обычном питании не только сезонно, но и круглогодично.

Ранее было установлено, что базилик в своем составе содержит значительные количества природных высокомолекулярных фенольных компонентов с разнообразным химическим составом, подобные соединения называют дубильными веществами. Также в растении накапливаются бензойная и лимонная органические кислоты, моно- и дисахариды, синтезируются витамины, в том числе аскорбиновая кислота [4]. Благодаря широкому разнообразию действующих веществ, теплый базиликовый чай способствует укреплению иммунитета, восстанавливает общие силы организма, обладает обезболивающими и противовоспалительными свойствами, помогает при профилактике респираторных заболеваний [5].

Существенное присутствие в базилике фенольных соединений дает полное право уделить огромное внимание антиоксидантной активности листьев растения. Исследователи различных стран указывают на антиканцерогенное и противовоспалительное действие листьев базилика [7].

В головном мозге при систематическом употреблении свежего базилика снижается риск острого нарушения кровообращения и предотвращаются его возможные осложнения. Эта травянистая культура способна защитить нейроны от повреждений и предотвратить их гибель, восстановить когнитивные и поведенческие функции. Отмечено улучшение нервно-мышечной координации, активизация познавательных процессов и укрепление памяти, благодаря использованию настоев из листьев базилика [6].

Экстракты базилика, оказывая сосудорасширяющее действие, препятствуют образованию тромбов, это можно эффек-

тивно использовать в лечении сердечно-сосудистых патологий. При инфаркте миокарда они также предупреждают поражение клеток этого органа.

Цель исследования. Сравнительное изучение состава биологически активных веществ свежих, замороженных и высушенных листьев базилика (*Ocimum basilicum* L.) трех сортов (Бархат, Арапат, Гвоздичный), произрастающих на территории Северного Кавказа.

Объектом исследования являются высушенные листья базилика (*Ocimum basilicum* L.) трех сортов, собранные в условиях естественного произрастания в предгорной зоне Республики Адыгея летом 2024 г.

Готовили для анализа свежесобранную зелень базилика следующим образом: одну часть сушили естественным способом, для этого раскладывали ее тонким слоем под хорошо вентилируемым навесом, постоянно перекидывали. Вторую часть сырья искусственным методом при температуре не более 60 °С высушивали в лабораторном сушильном шкафу. Третью часть образцов поместили в морозильную камеру и выдерживали их при температуре минус 18 °С.

Методы. В процессе исследования были использованы стандартные методы анализа, используемые при изучении растительного сырья.

Количественное определение БАВ в листьях базилика проводилось по методикам, изложенным в фармакопейных статьях ГФ РФ XIV [8]. Титриметрически с использованием 2,6-дихлофенолиндофенолята натрия определяли содержания витамина С согласно ФС 2.5.0106.18 ГФ XIV «Шиповника плоды». Количественный состав дубильных веществ определялся перманганатометрически по ОФС. 1.5.3.0008.18 ГФ XIV «Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах».

Определение количественного состава каротиноидов проводили согласно ФС 42-3192-95 спектрофотометрическим методом. При количественной оценке зеленого

пигмента хлорофилла применяли метод спектрофотометрии, который всесторонне реализуется при анализе лекарственного растительного сырья.

Используя медиаторную систему пероксид водорода – йодид калия окислительно-восстановительного титрования, проводили изучение антиоксидантной активности (АОА) полученных растительных экстрактов из листьев базилика различных сортов, тогда как среда раствора была кислой [14].

Результаты. В ходе исследования были установлены биологически активные вещества (выход сухого вещества, аскорбиновая кислота, каротиноиды, хлорофилл), а также определена антиоксидантная активность листьев базилика трех сортов, произрастающих на территории Республики Адыгея, при различных способах консервации.

Биохимический состав базилика является его основополагающим критерием качества. Около 90 % влаги содержит в своем составе изучаемое растение, при этом даже в таком незначительном запасе сухого вещества, определено весьма высокое количество биологически важных соединений, которые являются жизненно необходимыми для нормального протекания физиологических и психических процессов человеческого организма. Соотношение сухого вещества и воды зависит от места произрастания, физиологического состояния растений и видовой принадлежности.

Хозяйственная ценность в целом и вкусовые качества продукции напрямую зависят от содержания сухого вещества в изучаемом виде. На долю сухого вещества растения до 95 % приходится на совокупность органических соединений, которые представлены углеводами (клетчаткой, сахарами, пектиновыми веществами, крахмалом), белковыми и другими азотистыми веществами, жирными кислотами. Данный показатель определяет полноту его использования в технологическом процессе и качество исходного сырья. Технически простая и высокоточная оценка сухих веществ

является удобным методом контроля сырья и готовых средств.

Количественное содержание сухих веществ определяет их концентрацию в испытуемом материале [9].

Нами было установлено процентное соотношение сухого вещества и суммы сахаров в свежесобранных, замороженных и сушеных листьях базилика исследуемых сортов Бархат, Арарат, Гвоздичный. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Экспериментально нами был установлен показатель выхода сухого вещества свежей зелени исследуемых сортов. Наибольшее содержание сухих веществ выявлено у сортов Бархат (19,3 %) и Арарат (16,7 %). Отмечено, что содержание

сахаров в свежесобранной зелени изучаемых сортов базилика существенно не отличалось. По результатам проведенных исследований количественного определения сухого вещества и суммы сахаров в свежесобранных надземных органах растений были составлены графические зависимости, представленные на рисунке 1.

Процесс замораживания растительного материала, по мнению ряда ученых, является одним из действенных способов консервации, поскольку заморозка сырья сдерживает развитие микроорганизмов (грибов, бактерий, дрожжей), способных вызывать порчу пищевых продуктов. Отмечено, что вкусовые и питательные качества хорошо сохраняется именно в замороженном сырье [10].

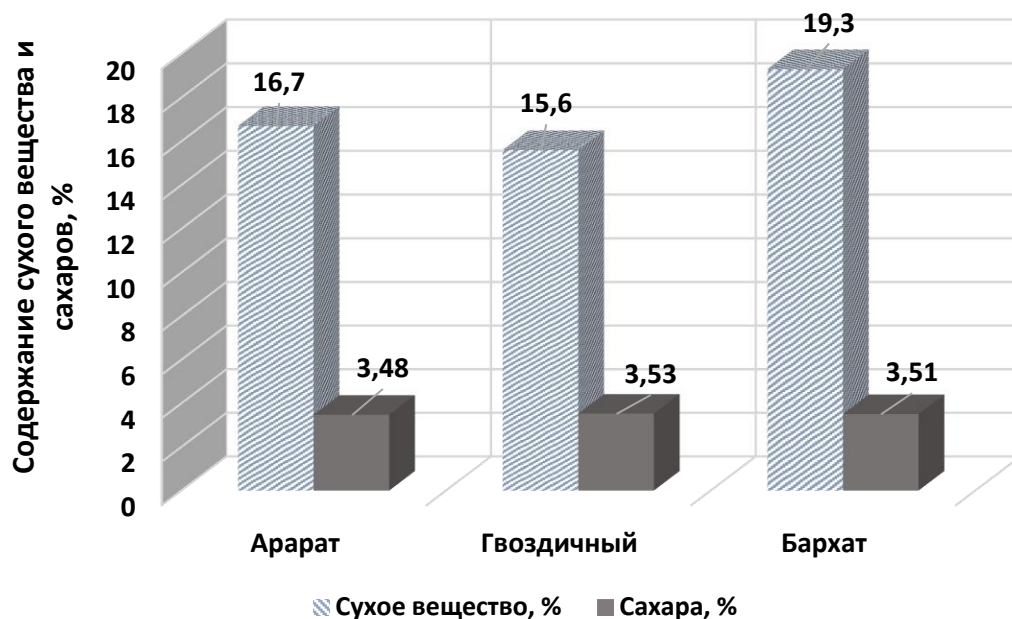


Рис. 1. Массовая доля сухого вещества и сахаров в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

Fig. 1. Mass fraction of dry matter and sugars in fresh, frozen and dried basil leaves

Таблица 1. Содержание сухого вещества и сахаров в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

Table 1. Dry matter and sugar content of fresh, frozen and dried basil leaves

Сорт	Свежие листья		Замороженные листья		Сушеные листья	
	Сухое вещество, %	Сахара, %	Сухое вещество, %	Сахара, %	Сухое вещество, %	Сахара, %
Арарат	16,7	3,48	16,6	2,98	93,1	9,4
Гвоздичный	15,6	3,53	13,9	3,01	92,9	12,1
Бархат	19,3	3,51	18,7	3,18	93,2	9,7

Последние годы повсеместно в массовом производстве стали замораживать фрукты, ягоды и овощи при очень низких температурах – до минус ста градусов и ниже. Такой способ консервирования называют «быстрой заморозкой». При подобном замораживании готовая продукция практически на сто процентов сохраняет все ценные свойства.

В течение двух часов после сбора урожая свежей зелени базилика сырье было отправлено на замораживание при температуре -18°C в морозильные камеры. По истечении двух месяцев хранения в замороженном состоянии нами был проведен анализ на содержание биологически ценных компонентов.

Первоначально в замороженной зелени было установлено количественное содержание сухих веществ и суммарный показатель сахаров. Наибольшие результаты обоих критериев отмечены в листьях базилика сорта Бархат (соответственно 18,7 % и 3,18 %). Результаты исследования содер-

жания сухого вещества и простых сахаров в замороженных листьях базилика различных сортов представлены на рисунке 2.

Сушка является старейшим и быстрым естественным способом остановки всех биохимических процессов в клетках, которые могут протекать только в водной среде. В свежесобранном лекарственном сырье на долю воды приходится до 80 %. Для длительного хранения из него необходимо удалить влагу. Если ее количество снизить до 20 %, то это существенно снизит ферментную активность и скорость биохимических превращений, а при понижении до 14 % практически полностью останавливаются химические процессы внутри клетки, которые могут привести к разложению основных действующих веществ, а ферментативная деятельность во все прекращается. Вместе с тем при обезвоживании растительного материала прекращается развитие микроорганизмов и плесневых грибов, которые способны снижать качество фитосырья.

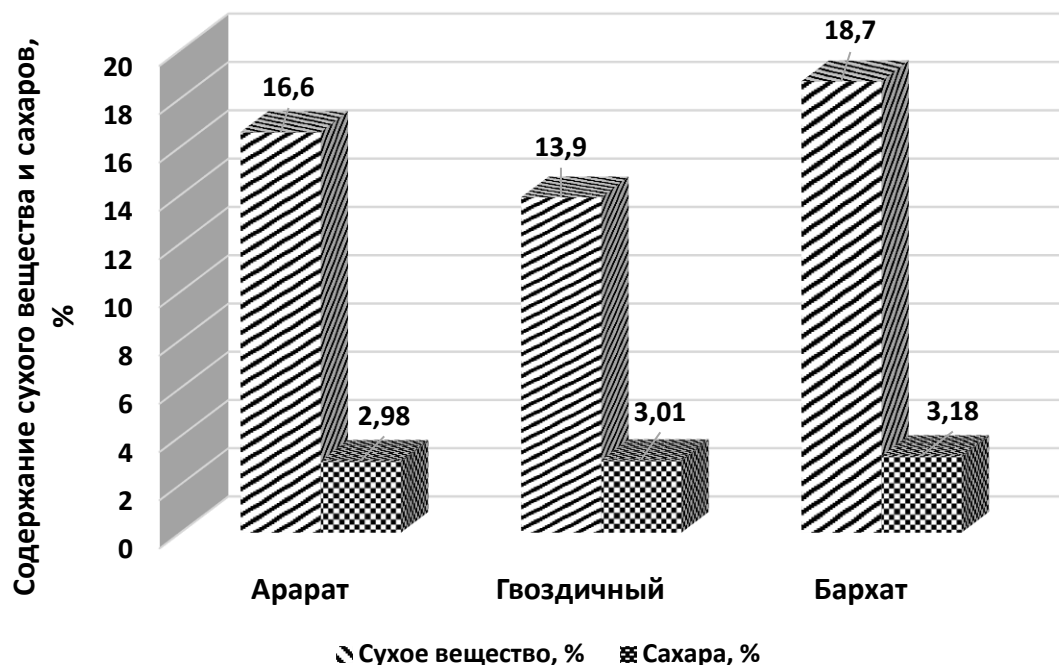


Рис. 2. Массовая доля сухого вещества и сахаров в замороженных листьях базилика

Fig. 2. Mass fraction of dry matter and sugars in frozen basil leaves

К недостаткам процесса сушки растительного сырья можно отнести изменение его органолептических свойств, снижение количества витаминов, повышение калорийности продукции [11].

Полученные данные сравнительного изучения химического состава высушенной и свежесобранной зелени базилика показали, что при сушке в образцах возросло в 5 раз количество сухих веществ. В то же время и количественное содержание сахаров повысилось примерно в 3,5 раза. Вместе с тем пересчет на сухое вещество показал, что в процессе высушивания потери сахаров достигли 20-25 %. В сырье листьев базилика сорта Гвоздичный обнаружено максимальное значение простых углеводов, оно составило 12,1 %. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

Накопление аскорбиновой кислоты в свежей зелени непосредственно зависит от природных факторов и от поступления в растение питательных элементов. Отмечено, что листья растений активно синтезируют аскорбиновую кислоту, а в молодом возрасте ее содержание лидирует. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях в процессе онтогенеза

постепенно снижается и по окончании цветения вследствие усиления гидролитических процессов происходит ее резкий спад [12].

Являясь общепризнанным активным антидотом свободно радикальных механизмов и природным антиоксидантом в растительном сырье, аскорбиновая кислота зарекомендовала себя как полифункциональное соединение, которое способно обратимо восстанавливаться и окисляться, благодаря этому она принимает активное участие в важнейших биохимических процессах живой клетки и может служить показателем антиоксидантной активности [12].

Применяемый количественный метод определения аскорбиновой кислоты в свежем и замороженном сырье опирается на её восстановительную способность. Результаты исследования содержания витамина С представлены в таблице 2.

Согласно этому, наибольшее количество аскорбиновой кислоты накапливает свежая зелень сорта Гвоздичный (4,5 мг/100 г) и сорта Арарат (4,4 мг/100 г). Вместе с тем и замороженное сырье этих же сортов содержит наибольшие значения витамина С.

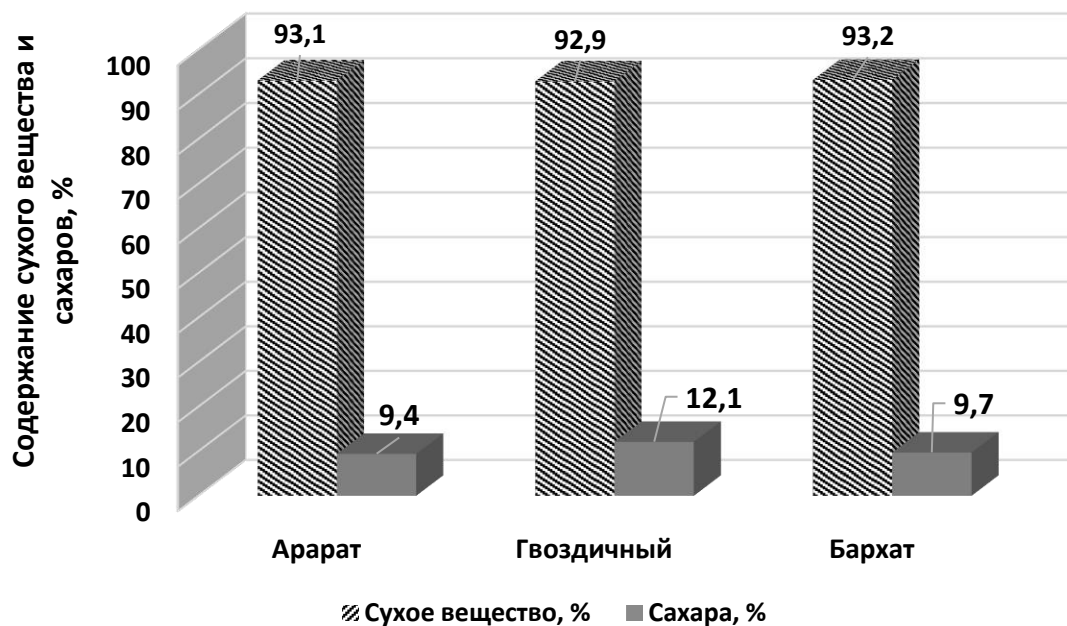


Рис. 3. Массовая доля сухого вещества и сахаров в сушеных листьях базилика

Fig. 3. Mass fraction of dry matter and sugars in dried basil leaves

Таблица 2. Количество аскорбиновой кислоты в свежесобранной зелени и замороженном сырье базилика различных сортов, мг/100 г
Table 2. The amount of ascorbic acid in freshly picked greens and frozen raw materials of basil of different varieties, mg/100 g

Сорт	Свежие листья	Замороженные листья
Арапат	5,41	4,94
Гвоздичный	5,62	5,22
Бархат	3,51	2,91

Титриметрическое исследование количественного содержания аскорбиновой кислоты трех изучаемых видов базилика представлены на рисунке 4.

Многие фармакологические свойства растений, к которым относят противовоспалительные, антибактериальные и ранозаживляющие, определяет растительный пигмент хлорофилл. В фармакогностических исследованиях в качестве показателя экологической чистоты лекарственного растительного

объекта исследуют содержание фотосинтезирующего пигмента хлорофилла [13].

Проведя предварительное экстрагирование растительного материала 96 %-ным раствором этилового спирта и используя спектрофотометрический метод, определили процентное содержание хлорофилла. Результаты исследования содержания хлорофилла в свежесобранных и консервированных листьях базилика трех сортов представлены в таблице 3.

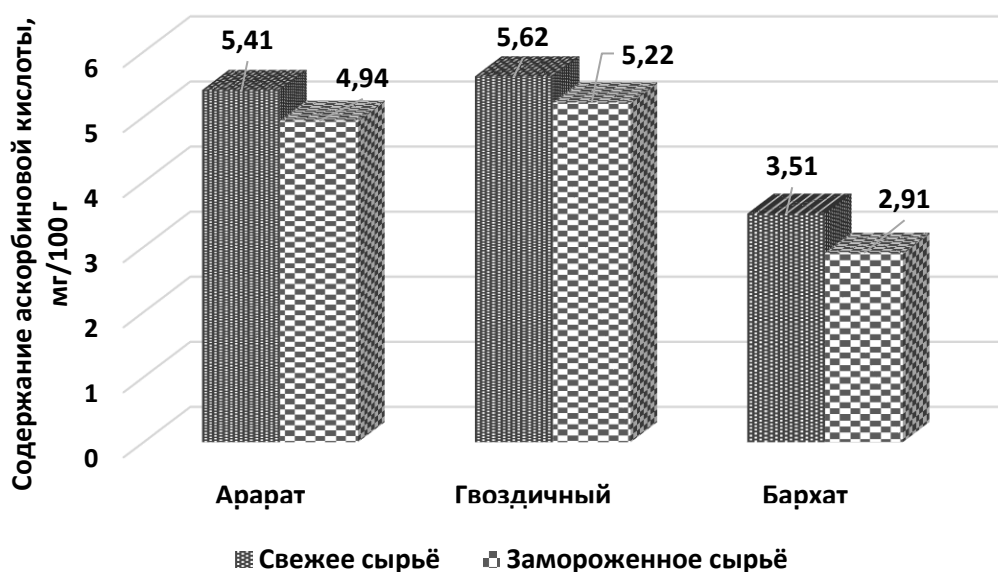


Рис. 4. Количество аскорбиновой кислоты в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

Fig. 4. The amount of ascorbic acid in fresh, frozen and dried basil leaves

Таблица 3. Содержание хлорофилла в свежей зелени, замороженном и сушеном сырье базилика различных сортов, мг/100 г

Table 3. Chlorophyll content in fresh greens, frozen and dried raw materials of basil of different varieties, mg/100 g

Сорт	Свежие листья	Замороженные листья	Сушеные листья
Арапат	206	188	179
Гвоздичный	157	147	139
Бархат	182	173	167

Показано, что свежая зелень сорта Арапат накапливает максимальное количество хлорофилла – до 206 мг/100 г. Результаты исследования содержания хлорофилла в растительном сырье представлены на рисунке 5.

Однако и в замороженных листьях базилика сорта Арапат содержание хлорофилла также достигает наибольшего значения (188 мг/100 г), а наименьший показате-

ль приходится на сорт Гвоздичный – до 147 мг/100 г.

Установлено, что во время сушки большие потери приходятся на растительный пигмент хлорофилл. Лучшую сохранность зеленого пигмента при высушивании показал сорт Арапат – 179 мг/100 г.

Полученные нами результаты определения каротиноидов в растительном сырье представлены на рисунке 6.

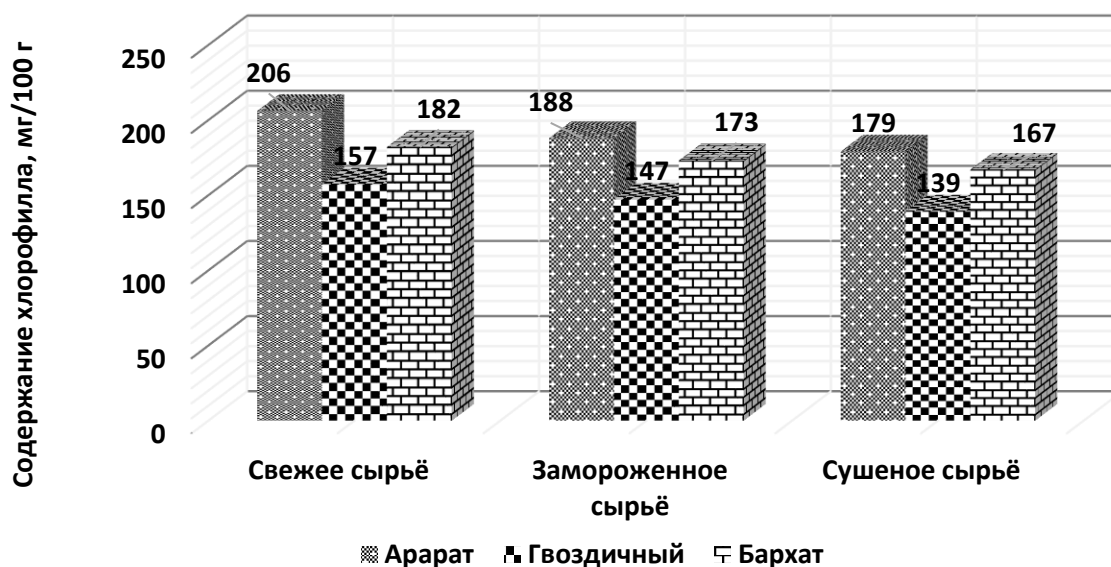


Рис. 5. Количество хлорофилла в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

Fig. 5. The amount of chlorophyll in fresh, frozen and dried basil leaves

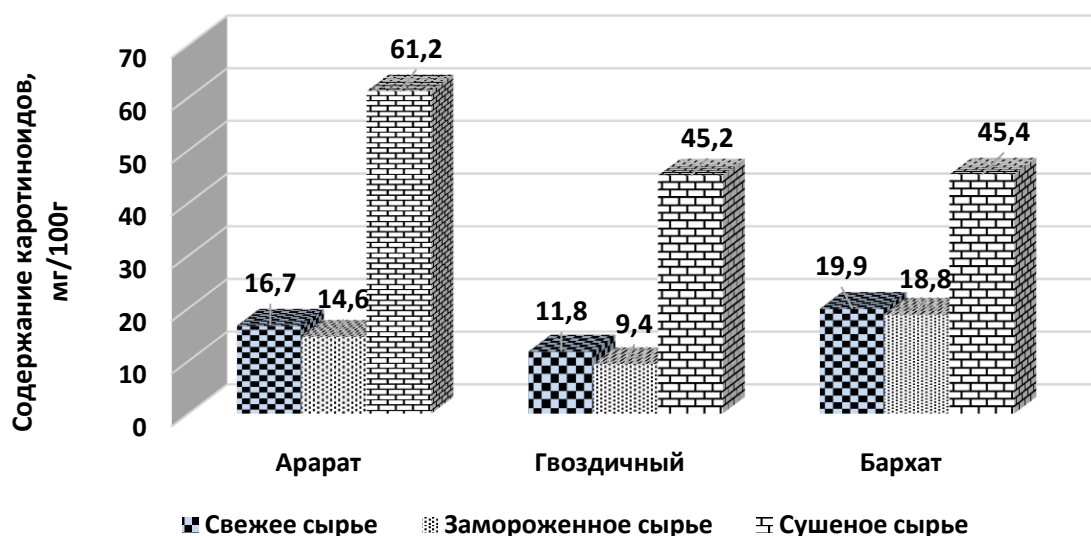


Рис. 6. Количество каротиноидов в свежих, замороженных и сушеных листьях базилика

Fig. 6. The amount of carotenoids in fresh, frozen and dried basil leaves

Необходимо отметить, что в сушеной зелени базилика установлено также высокое количество органических пигментов – каротиноидов. Наибольшие значения этого пигмента в сушеном сырье базилика показал сорт Арарат – 61 мг/100 г. Потери при сушке составили до 15 %. Вместе с тем наибольшее количество каротиноидов после заморозки сохранил сорт Бархат – до 18,8 86 мг/100 г.

Сушеная зелень базилика хорошо сохраняет не только каротиноиды, но и сахара. Отмечается, что в процессе замораживания зелени базилика уровень сахаров не подвергается значительным колебаниям; подтверждено снижение аскорбиновой кислоты на 8-12 %, а потери жирорастворимых пигментов каротиноидов в зависимости от сорта составили от 3 до 8 %.

В процессе работы проведено экстрагирование заготовленных образцов базилика. Нам удалось установить зависимость антиоксидантных свойств полученных растительных экстрактов от продолжительности процесса извлечения и концентрации растворителя.

Экстракты, полученные из исследуемого растительного сырья, показали высокую антиоксидантную активность (АОА) благодаря высокой концентрации БАВ ан-

тиоксидантного действия, т.е. количественным и качественным составом фенольных соединений. В растительных извлечениях показатель суммарного содержания антиоксидантов составил от 50 до 70 %. Это обстоятельство позволяет рассматривать исследуемое сырье базилика в качестве перспективного ресурса растительных антиоксидантов.

Результаты исследования АОА представлены на рисунке 7. Можно утверждать, что до установленного объема приливаемого экстракта процессы свободнорадикального окисления остаются практически неизменными, а затем происходит их резкое понижение. Получается, что при наступлении определенной концентрации добавляемых фенольных соединений, антиоксидантная активность приобретает дозозависимый характер [15].

Данные об антиоксидантных характеристиках полученных нами экстрактов в течение 25 минут изображены на рисунке 8. Результаты свидетельствуют о том, что антиоксидантная активность фенольных соединений, выделенных из наземной части растений, с течением времени постепенно уменьшается и через определенное время заканчивается, что связано с расходом фенольных соединений.

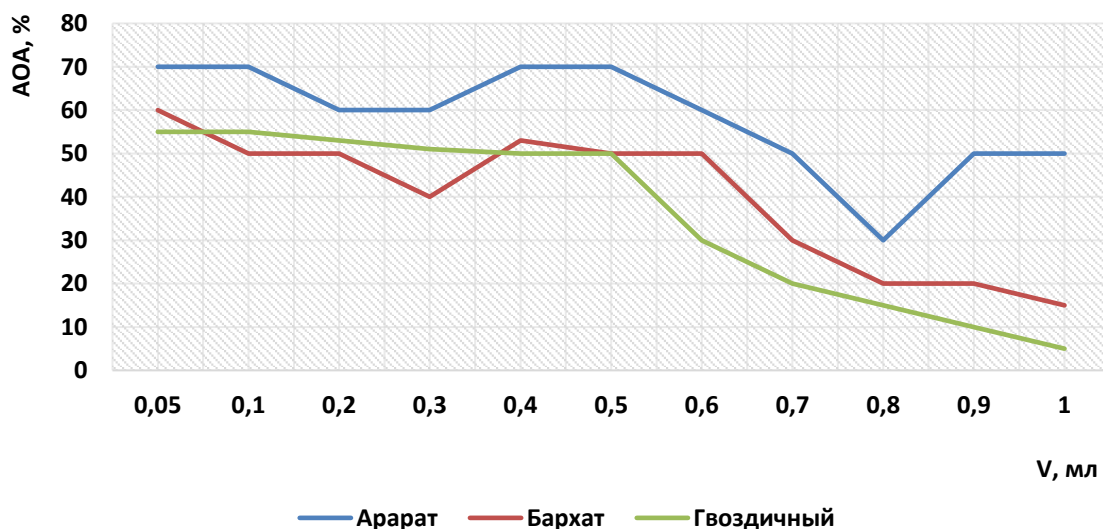


Рис. 7. Изменение антиоксидантной активности от добавления определенного объема экстракта

Fig. 7. Change in antioxidant activity due to the addition of a certain volume of extract

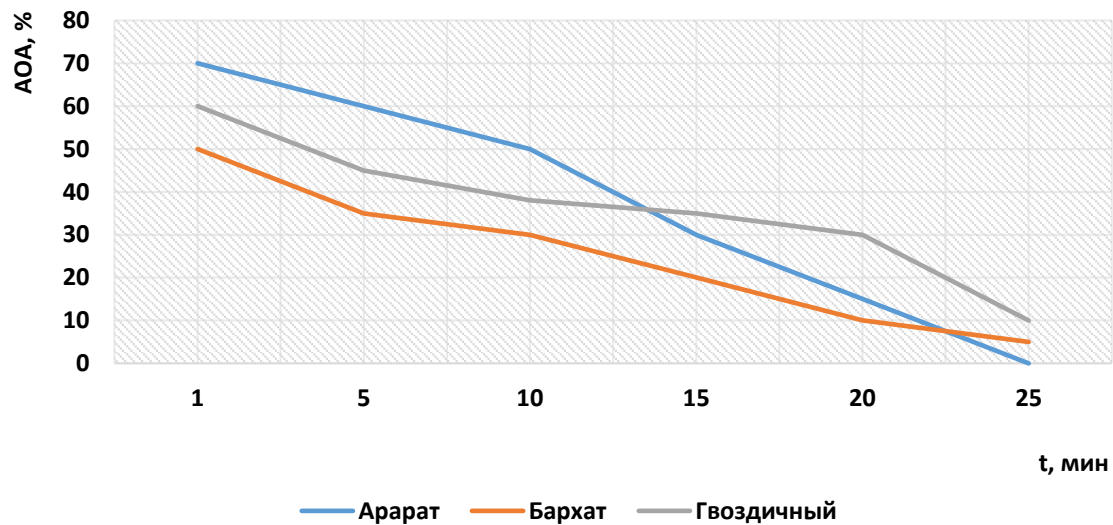


Рис. 8. Изменение антиоксидантной активности исследуемых экстрактов от времени экстрагирования

Fig. 8. Change in antioxidant activity of the studied extracts depending on the extraction time

Полученные результаты доказали высокую АОА экстрактов из надземных органов растений базилика различных сортов, произрастающих в Республике Адыгея. Это делает их перспективным источником экзогенных антиоксидантов, которые являются ключевым звеном в работе ферментативных систем организма. Поэтому трава базилика рекомендуется для дальнейшего подробного изучения состава природных антиоксидантов и антиоксидантных свойств с целью рекомендации к широкому фармакологическому применению.

Заключение. Анализируя полученные данные по изучению биологически активных веществ растительного сырья Северного Кавказа различных способов консервации, можно сделать следующие выводы.

Содержание сахаров в замороженном сырье базилика составило от 2,98 % до 3,18 %. В свежем сырье этот показатель составил 3,48-3,51 %. Выявлено, что аскорбиновая кислота в процессе консервации растительного сырья существенно снижается, а непосредственно при замораживании имеется возможность снизить эти потери. Это подтверждается следующими сравнительными данными: листья базилика, которые были заморожены, содержали аскорбиновой кислоты до 4,94 мг/100 г, а в све-

жих листьях базилика это показатель варьировал от 3,51 до 5,62 мг/100 г. Представленные результаты свидетельствуют о незначительных потерях витамина С при замораживании, их потери – от 10 до 15 % в зависимости от сорта базилика.

Для сохранения товарного вида замороженной продукции крайне важен цвет растительного сырья. Процесс потемнения и биохимических превращений пигментов (флавоноидов, хлорофилла, антоцианов) является следствием изменения цвета сырья. В замороженных листьях базилика нами установлено достаточно высокое содержание хлорофилла – 147-188 мг/100 г. Кроме того, замороженная зелень базилика содержит значительное количество каротиноидов: от 9,4 до 18,8 %, что составляет до 95 % от содержания этих пигментов в свежесобранной зелени. На долю потерь этих изопреноидов приходится лишь 3-5 %.

Анализ химического состава сушеного базилика показал, что потери питательных веществ при сушке были в следующих пределах: сахаров – 20-25 %, каротиноидов – 10-35 % и хлорофилла – 20-40 % в зависимости от сорта.

Таким образом, сравнительное изучение биохимического состава исследуемого сырья Северного Кавказа показало, что замо-

роженная зелень является достойной альтернативой свежему сырью. Полученные данные при замораживании сырья подтверждают, что потери биологически ценных веществ невелики. Если сравнивать вкусовые качества и пищевую ценность замороженной и свежесобранной зелени базилика, то можно установить их сходство. Именно быстрое замораживание сохраняет существенную долю полезных веществ и сохраняет природный цвет листьев. При этом сушеная зелень базилика не уступает по количественным показателям БАВ и питательной ценности, в ней хорошо сохраняются простые углеводы и каротиноиды, которые

являются единственным и безопасным источником природного витамина А. Сортная принадлежность базилика также имеет существенное значение, поскольку от нее в первую очередь зависит содержание биологически ценных соединений. Отмечено, что на накопление биологически активных соединений также оказывает влияние сортная принадлежность базилика.

В работе экспериментально обоснована возможность применения экстрактов базилика в качестве пищевых антиоксидантов. Выявлена зависимость антиоксидантных свойств полифенольных соединений от концентрации экстрагента и времени извлечения.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аутлева Т.Б., Сичко Н.О. Исследование основных групп БАВ листьев малины обыкновенной // Молодая аграрная наука: материалы Международной научно-практической конференции (к 30-летию образования Майкопского государственного технологического университета, 1993-2023 гг.) (28 апр. 2023 г.). Майкоп: Магарин О.Г., 2023. С. 20-25.
2. Короткий И.А. Исследование влияния режимов замораживания и низкотемпературного хранения на качественные показатели ягод черной смородины [Электронный ресурс] // Вестник КрасГАУ. 2008. № 2. С. 291-294. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/issledovanie-vliyaniya-rezhimov-zamorazhivaniya-i-nizkotemperaturnogo-hraneniya-na-kachestvennye-pokazateli-yagod-chernoy-smorodiny.pdf> (дата обращения 01.04.2025).
3. Ильина М.Б., Сергунова Е.В., Самылина И.А. Современные способы консервации лекарственного растительного сырья: вариативность содержания и стабильность биологически активных веществ [Электронный ресурс] // Фармация. 2022. Т. 71, № 2. С. 17-21. URL: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/sovremennye-sposoby-konservatsii-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-variabelnost-soderzhaniya-i-stabilnost-biologicheski-aktivnyh-veschestv%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/sovremennye-sposoby-konservatsii-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-variabelnost-soderzhaniya-i-stabilnost-biologicheski-aktivnyh-veschestv%20(1).pdf) (дата обращения 31.03.2025).
4. Изменение биологически активных веществ плодов шиповника в процессе хранения. [Электронный ресурс] / Тимофеева В.Н. [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 1. С. 10-11. URL: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/izmenenie-biologicheski-aktivnyh-veschestv-plodov-shipovnika-v-protsesse-hraneniya.pdf> (дата обращения 31.03.2025).
5. Vilkickyte G., Raudone L., Petrikaite V. Phenolic Fractions from *Vaccinium vitis-idaea* L. and Their Antioxidant and Anticancer Activities Assessment // Antioxidants (Basel). 2020. No. 9 (12). P. 1261. DOI: 10.3390/antiox9121261.
6. Синютина С.Е. Экстракция флавоноидов из лекарственного растительного сырья и изучение их антиоксидантных свойств [Электронный ресурс] // Вестник ТГУ. 2011. № 16

- (1). С. 345-347. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/ekstraktsiya-flavonoidov-iz-rastitelnogo-syrya-i-izuchenie-ih-antioksidantnyh-svoystv.pdf> (дата обращения 31.03.2025).
7. Kähkönen M.P. Berry phenolics and their antioxidant activity // *Journal of agricultural and food chemistry*. 2001. Vol. 49, No. 8. P. 4076-4082.
8. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Т. 1. М., 2018. 1815 с.
9. Попов И.В., Тохсырова З.М. Чумакова В.В. Исследование влияния условий сушки на качество сырья растений семейства яснотковые [Электронный ресурс] // Молодые ученые и фармацевтика XXI века: сборник научных трудов Третьей научно-практической конференции с международным участием (Москва, 15 дек. 2015 г.). М., 2015. С. 111-113. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21649948> (дата обращения 27.03.2025).
10. Lahachoompol V., Srzednicki G., Graske J. The change of total antocyanins in Blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing // *J. Biomed Biotechnol*. 2004. No. 5. P. 248-252.
11. Говорущенко Д.В., Сичко Н.О. Исследование фенольных соединений и антиоксидантной активности пряно-ароматических растений // Актуальные проблемы АПК и рациональное природопользование: наука молодых: материалы Всероссийской студенческой научно-практической интернет-конференции (Майкоп, 18 нояб. 2022 г.). Майкоп: Магарин О.Г., 2023. С. 65-70.
12. Сергунова Е.В. Стабильность аскорбиновой кислоты и способ консервации растительного сырья [Электронный ресурс] // Фармация. 2014. № 4. С. 13-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21649948> (дата обращения 01.04.2025).
13. Стальная М.И., Сичко Н.О. Изучение биологически активных веществ растений Северо-Западного Кавказа, оказывающих седативное действие // Новые технологии. 2024. Т. 20, № 2. С. 157-169.
14. Сичко Н.О. Исследование влияния используемого растворителя на антиоксидантную активность экстрактов вишни // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы VII Международной научно-практической онлайн-конференции (16-18 ноября 2022 г.). Майкоп: Магарин О.Г., 2022. С. 174-179.
15. Филиппенко Т.А. Антиоксидантное действие экстрактов лекарственного сырья и фракций их фенольных соединений [Электронный ресурс] // Химия растительного сырья. 2012. № 1. С. 77-81. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/antioksidantnoe-deystvie-ekstraktov-lekarstvennyh-rasteniy-i-fraktsiy-ih-fenolnyh-soedineniy.pdf> (дата обращения 01.04.2025).

REFERENCES

1. Autleva T.B., Sichko N.O. Investigation of the main groups of biologically active substances of common raspberry leaves // *Young agricultural science: materials of the International scientific and practical conference (to the 30th anniversary of the foundation of Maikop State Technological University, 1993-2023)* (April 28, 2023). Maikop: Magarin O.G., 2023. P. 20-25. [In Russ.]
2. Korotkiy I.A. Investigation of the influence of freezing and low-temperature storage modes on the quality indicators of black currant berries [Electronic resource] // *Bulletin of KrasSAU*. 2008. No. 2. P. 291-294. URL: <https://file:///C:/Users/USER/Downloads/issledovanie-vliyaniya-rezhimov-zamorazhivaniya-i-nizkotemperaturnogo-hraneniya-na-kachestvennye-pokazateli-yagod-chnoy-smorodiny.pdf> (date of access 01.04.2025). [In Russ.]
3. Ilyina M.B., Sergunova E.V., Samylina I.A. Modern methods of preservation of medicinal plant raw materials: variability of content and stability of biologically active substances [Electronic resource] // *Pharmacy*. 2022. Vol. 71, No. 2. P. 17-21. URL:

file:///C:/Users/Admin/Downloads/sovremennye-sposoby-konservatsii-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-variabelnost-soderzhaniya-i-stabilnost-biologicheskii-aktivnyh-veschestv%20(1).pdf (date of access 31.03.2025). [In Russ.]

4. Changes in biologically active substances of rose hips during storage. [Electronic resource] / Timofeeva V.N. [et al.] // News of universities. Food technology. 2006. No. 1. P. 10-11. URL: file:///C:/Users/Admin/Downloads/izmenenie-biologicheskii-aktivnyh-veschestv-plodov-shipovnika-v-protssesse-hraneniya.pdf (date of access: 31.03.2025). [In Russ.]

5. Vilkickyte G., Raudone L., Petrikaite V. Phenolic Fractions from *Vaccinium vitis-idaea* L. and Their Antioxidant and Anticancer Activities Assessment // Antioxidants (Basel). 2020. No. 9 (12). P. 1261. DOI: 10.3390/antiox9121261.

6. Sinyutina S.E. Extraction of flavonoids from medicinal plant materials and study of their antioxidant properties [Electronic resource] // Bulletin of TSU. 2011. No. 16 (1). P. 345-347. URL: https://file:///C:/Users/USER/Downloads/ekstraktsiya-flavonoidov-iz-rastitelnogo-syrya-i-izuchenie-ih-antioksidantnyh-svoystv.pdf (date of access 31.03.2025). [In Russ.]

7. Kahkonen M.P. Berry phenolics and their antioxidant activity // Journal of agricultural and food chemistry. 2001. Vol. 49, No. 8. P. 4076-4082.

8. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV edition. Vol. 1. Moscow, 2018. 1815 p. [In Russ.]

9. Popov I.V., Tokhsyrova Z.M. Chumakova V.V. Study of the effect of drying conditions on the quality of raw materials of plants of the Lamiaceae family [Electronic resource] // Young scientists and pharmacy of the XXI century: collection of scientific papers of the Third scientific and practical conference with international participation (Moscow, December 15, 2015). M., 2015. P. 111-113. URL: https://elibrary.ru/item.asp?edn=wddeqv (date of access 27.03.2025). [In Russ.]

10. Lahachompol V., Srzednicki G., Graske J. The change of total anthocyanins in Blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing // J. Biomed Biotechnol. 2004. No. 5. P. 248-252.

11. Govorushchenko D.V., Sichko N.O. Study of phenolic compounds and antioxidant activity of aromatic plants // Actual problems of the agro-industrial complex and rational nature management: science of the young: materials of the All-Russian student scientific and practical Internet conference (Maikop, November 18, 2022). Maikop: Magarin O.G., 2023. P. 65-70. [In Russ.]

12. Sergunova E.V. Stability of ascorbic acid and method of preservation of plant raw materials [Electronic resource] // Pharmacy. 2014. No. 4. P. 13-16. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21649948 (date of access: 01.04.2025). [In Russ.]

13. Stalnaya M.I., Sichko N.O. Investigation of biologically active substances of plants of the North-West Caucasus with a sedative effect // New technologies. 2024. Vol. 20, No. 2. P. 157-169. [In Russ.]

14. Sichko N.O. Investigation of the influence of the solvent used on the antioxidant activity of cherry extracts // Science, education and innovation for the agro-industrial complex: state, problems and prospects: materials of the VII International scientific and practical online conference (November 16-18, 2022). Maikop: Magarin O.G., 2022. P. 174-179. [In Russ.]

15. Filippenko T.A. Antioxidant action of extracts of medicinal raw materials and fractions of their phenolic compounds [Electronic resource] // Chemistry of plant raw materials. 2012. No. 1. P. 77-81. URL: https://file:///C:/Users/USER/Downloads/antioksidantnoe-deystvie-ekstraktov-lekarstvennyh-rasteniy-i-fraktsiy-ih-fenolnyh-soedineniy.pdf (date of access: 01.04.2025). [In Russ.]

Информация об авторах / Information about the authors

Сичко Наталья Олеговна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры химии и физико-химических методов исследования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000 Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-1293>, e-mail: sichko1971@mail.ru

Стальная Марина Ильинична, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры химии и физико-химических методов исследования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000 Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0403-1408](https://orcid.org/0000-0002-0403-1408), e-mail: marina.stalnaja@yandex.ru

Natalia O. Sichko, PhD (Pedagogics), Associate Professor, the Department of Chemistry and Physicochemical Research Methods, Maykop State Technological University; 385000 the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-1293>, e-mail: sichko1971@mail.ru

Marina I. Stalnaya, PhD (Agr.), Associate Professor, the Department of Chemistry and Physicochemical Research Methods, Maykop State Technological University; 385000 the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0403-1408](https://orcid.org/0000-0002-0403-1408), e-mail: marina.stalnaja@yandex.ru

Заявленный вклад соавторов

Сичко Наталья Олеговна – подбор литературных источников, проведение экспериментов, сбор и подготовка к анализу сырья, валидация данных, оформление статьи по требованиям журнала

Стальная Марина Ильинична – планирование, выполнение и анализ данного исследования, оформление статьи по требованиям журнала

Claimed contribution of the co-authors

Sichko N.O. – selection of literary sources, conducting experiments, collecting and preparing raw materials for analysis, data validation, preparing the article in accordance with the Journal requirements

Stalnaya M.I. – planning, implementation and analysis of the research, preparing the article in accordance with the Journal requirements

Поступила в редакцию 11.04.2025

Поступила после рецензирования 16.05.2025

Принята к публикации 19.05.2025

Received 11.04.2025

Revised 16.05.2025

Accepted 19.05.2025