

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-43-52>



УДК 613.292:[641.3:613.26] (470.621)

© 2021

Поступила 12.08.2021

Received 12.08.2021

Принята в печать 29.09.2021

Accepted 29.09.2021

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ  
РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ  
АНТИОКСИДАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ

Анзаур А. Схаляхов, Хазрет Р. Сиюхов, Зарета Т. Тазова\*, Людмила В. Лунина

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;  
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация*

**Аннотация.** В последнее десятилетие отношение людей, особенно социально активных слоев населения, к собственному здоровью значительно изменилось. Стремление вести здоровый образ жизни формирует интерес потребителей к правильному сбалансированному питанию, повышает спрос на продукты, обогащенные природными биологически активными веществами нетрадиционного растительного сырья, систематическое потребление которых способно не только снизить риск заболеваний алиментарной природы, но и защитить человека от окислительного стресса, являющегося предшественником многих серьезных заболеваний. Среди широкого спектра химических соединений, входящих в состав растительного сырья, особое место занимают соединения антиоксидантного действия, такие как флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, витамины С и Е. Целью исследований являлось изучение качественного состава и количественного содержания природных антиоксидантов в некоторых видах лекарственно-технического растительного сырья Республики Адыгея для определения возможности его использования в производстве пищевых продуктов функциональной направленности. Содержание биологически активных соединений, определяющих антиоксидантные свойства растительного сырья, определяли с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель 105 «М» и жидкостного хроматографа JASCO 875-UV. Антиоксидантная активность измерялась амперометрическим методом на анализаторе Цвет Язуа-01-АА. По результатам проведенного исследования установлено, что высокую антиоксидантную активность (в пересчете на галловую кислоту) проявляют трава эхинацеи пурпурной (1,09 г/дм<sup>3</sup>) и листья грецкого ореха (0,96 г/дм<sup>3</sup>), что обусловлено высокой концентрацией природных антиоксидантов фенольного типа, благодаря чему данное растительное сырье может быть использовано в качестве обогащающих ингредиентов для производства различных групп пищевых продуктов функционального назначения.

**Ключевые слова:** лекарственно-техническое сырье, антиоксиданты, полифенольные соединения, рутин, кверцетин, фенолкарбоновые кислоты, флавонолы, витамины С и Е, антиоксидантная активность

*Для цитирования:* Изучение возможности использования нетрадиционного растительного сырья Республики Адыгея в производстве функциональных продуктов антиоксидантного действия / Схалыхов А.А. [и др.] // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 43-52. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-43-52>

## STUDYING THE POSSIBILITY OF USING NON-TRADITIONAL VEGETABLE RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF ADYGEA IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL ANTIOXIDANT PRODUCTS

Anzaur A. Skhalyakhov, Khazret R. Siyukhov, Zareta T. Tazova\*, Lyudmila V. Lunina

*FSBELHE «Maykop State Technological University»;  
191 Pervomayskaya str., Maykop, 385000, the Russian Federation*

**Abstract.** In the last decade the attitude of socially active people to their own health has changed significantly. The desire to lead a healthy lifestyle forms consumers' demand for proper balanced nutrition, products enriched with natural biologically active substances of unconventional plant materials, systematic consumption of which can not only reduce the risk of alimentary diseases, but also protect a person from oxidative stress, which is the predecessor of many serious illnesses. Among the wide range of chemical compounds that make up plant materials, a special place is occupied by compounds of antioxidant action, such as flavonoids, phenol carboxylic acids, vitamins C and E. The aim of the research was to study the qualitative composition and quantitative content of natural antioxidants in some types of medicinal and technical plant materials of the Republic of Adygea to determine the possibility of their use in the production of functional food products. The content of biologically active compounds that determine the antioxidant properties of plant materials was determined using «Kapel 105 «М» capillary electrophoresis system and JASCO 875-UV liquid chromatograph. Antioxidant activity was measured by the amperometric method with Tsvet Yauza-01-AA analyzer. According to the results of the research, it has been found that *Echinacea purpurea* herb (1,09 g / dm<sup>3</sup>) and walnut leaves (0,96 g / dm<sup>3</sup>) exhibit a high antioxidant activity (in terms of gallic acid), which is due to the high concentration of natural antioxidants of the phenolic type. Due to these properties this plant raw materials can be used as enriching ingredients for the production of various groups of food products for functional purposes.

**Keywords:** medicinal and technical raw materials, antioxidants, polyphenolic compounds, rutin, quercetin, phenol carboxylic acids, flavonols, vitamins C and E, antioxidant activity

*For citation:* Skhalyakhov A.A. [et al.] Studying the possibility of using non-traditional vegetable raw materials of the Republic of Adygea in the production of functional antioxidant products. *New technologies*. 2021; 17(5):43-52. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-43-52>

### Введение

В настоящее время внимание многих исследователей во всем мире приковано к проблеме окислительного

стресса, нарушающего окислительно-восстановительный баланс в организме человека, что по данным научной литературы предшествует сердечно-сосудистым,

онкологическим, воспалительным, ревматоидным, нейродегенеративным заболеваниям и сахарному диабету. Более того, подавляющее большинство теорий старения также основано на свободно радикальном окислении [1, с. 497].

Решением проблемы окислительного стресса может стать использование в производстве пищевых продуктов массового потребления дикорастущего лекарственно-технического сырья с высоким содержанием природных антиоксидантов.

Природные антиоксиданты защищают клетки нашего организма от повреждающего действия свободных радикалов и поддерживают их нормальные функции, а также замедляют процессы старения [2, с. 379].

Дикорастущее сырье Республики Адыгея хорошо известно своей биологической ценностью, однако в научной литературе содержится мало сведений о качественном и количественном содержании в нем антиоксидантов.

Цель исследований – изучение качественного состава и количественного содержания природных антиоксидантов в некоторых видах нетрадиционного

растительного сырья Республики Адыгея для определения возможности его использования в производстве пищевых продуктов функциональной направленности.

#### Материалы и методы

Материалом для исследований являлось воздушно-сухое сырье надземной части следующих растений, произрастающих на территории Республики Адыгея: образец № 1 – душица обыкновенная (лат. *Origanum vulgare*, трава), образец № 2 – эхинацея пурпурная (лат. *Echinacea angustifolia*, трава), образец № 3 – грецкий орех (лат. *Juglans regia* L., листья).

Определение массовой концентрации фенолкарбоновых кислот, рутина и кверцетина проводили по [3; 4], витамина С по [5] с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель – 105 «М», определение витамина Е по [6] – с применением жидкостного хроматографа JASCO 875-UV. Антиоксидантная активность измерялась по [7] анализатором амперометрическим проточным «Цвет Яуза-01-АА», предназначенным для определения суммарного содержания антиоксидантов.

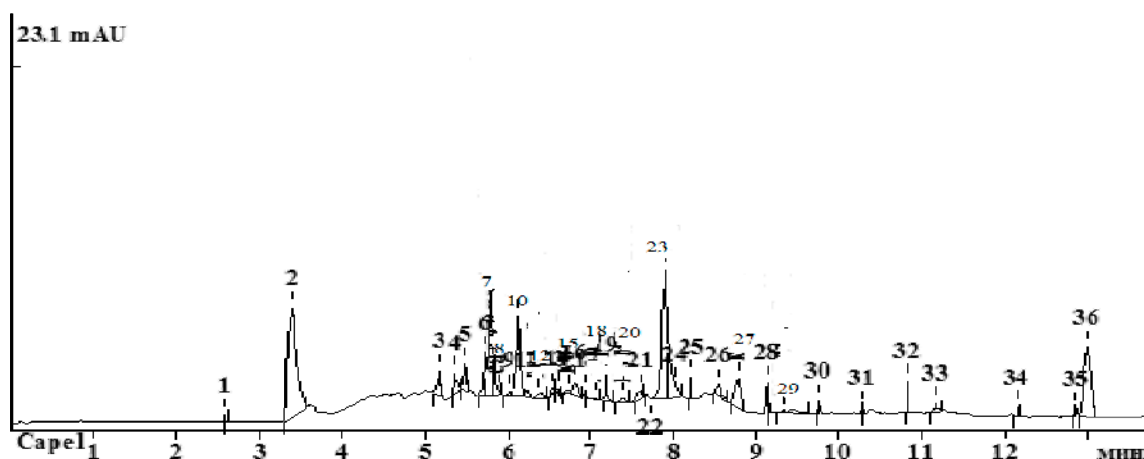


Рис. 1. Электрофореграмма образца № 1 (Душица обыкновенная (лат. *Origanum vulgare*)), фенолкарбоновые кислоты:

8 – хлорогеновая, 12 – салициловая, 13 – рутин, 16 – гензителивая, 18 – кверцетин, 21 – коричная, 23 – кумаровая, 28 – сиреневая, 34 – кофейная, 35 – галловая

Fig. 1. Electropherogram of Sample No. 1 (*Oregano* (Latin *Origanum vulgare*)), phenol carboxylic acids: 8 – chlorogenic, 12 – salicylic, 13 – rutin, 16 – hensityl, 18 – quercetin, 21 – cinnamon, 23 – coumaric, 28 – lilac, 34 – coffee, 35 – gallic

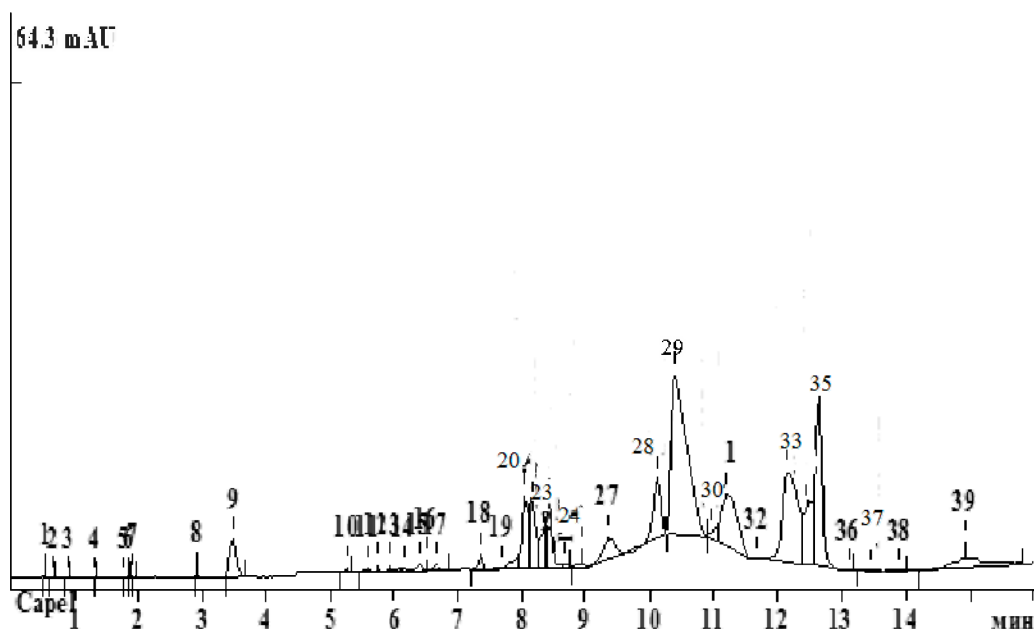


Рис. 2. Электрофореграмма образца № 2 (Эхинацея пурпурная (лат. *Echinacea angustifolia*):  
20 – хлорогеновая, 23 – салициловая, 24 – гензитиловая, 28 – коричневая, 30 – кумаровая,  
33 – сиреневая, 35 – кофейная, 37 – галловая

Fig. 2. Electropherogram of sample No. 2 (*Echinacea purpurea* (Latin *Echinacea angustifolia*):  
20 – chlorogenic, 23 – salicylic, 24 – genzityl, 28 – cinnamon, 30 – coumarov,  
33 – lilac, 35 – coffee, 37 – gallic

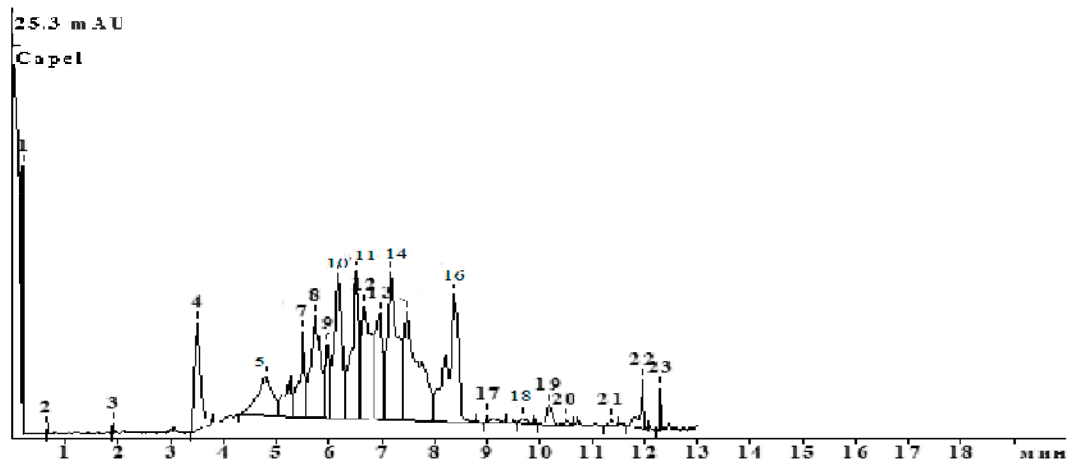


Рис. 3. Электрофореграмма образца № 3 (Грецкий орех (лат. *Juglans regia L.*):  
5 – аскорбиновая, 10 – хлорогеновая, 15 – оротовая, 11 – никотиновая, 16 – кофейная, 18 – галловая

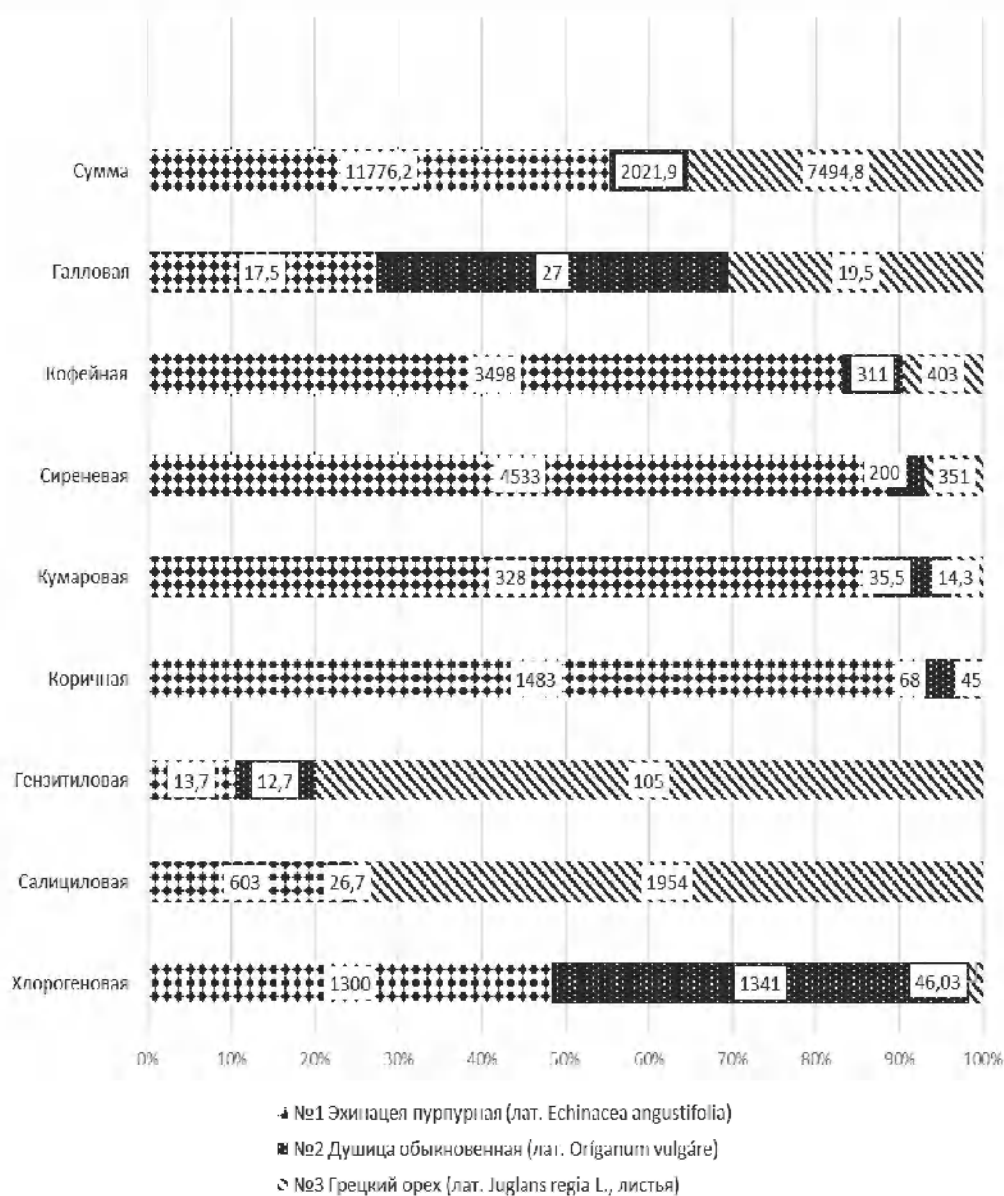
Fig. 3. Electropherogram of sample No. 3 / Walnut (Latin *Juglans regia L.*, leaves):  
5 – ascorbic, 10 – chlorogenic, 15 – orotic, 11 – nicotine, 16 – coffee, 18 – gallic

### Результаты и обсуждения

На первом этапе исследований определяли содержание фенолкарбоновых кислот, витаминов Е и С в опытных образцах растительного сырья.

Результаты анализа качественного состава фенолкарбоновых кислот приведены на рис. 1–3.

Как показывают данные рисунков 1–3, в исследуемых образцах растительного



**Рис. 4.** Содержание фенолкарбоновых кислот в опытных образцах растительного сырья, мг/кг  
**Fig. 4.** The content of phenolcarboxylic acids in experimental samples of plant raw materials, mg/kg

сырья идентифицированы восемь фенолкарбоновых кислот: кумаровая, сиреневая, хлорогеновая, гензитиловая, салициловая, коричная, галловая и кофейная, количественное содержание которых представлено на рис. 4.

Преобладающей является хлорогеновая кислота, способная предотвращать мутагенную активность и снижать риск возникновения злокачественных новообразований [8, с. 988; 9, с. 8]. Наибольшая

концентрация этой кислоты зафиксирована в листьях грецкого ореха – 4603 мг/кг.

По сумме фенолкарбоновых кислот лидирует трава эхинацеи пурпурной (*лат. Echinacea angustifolia*) – 11 776,2 мг/кг.

Кроме фенолкарбоновых кислот к фармакологически активным веществам в классе природных полифенольных соединений, проявляющих антиоксидантные свойства, относятся и такие флавонолы, как рутин и кверцетин.

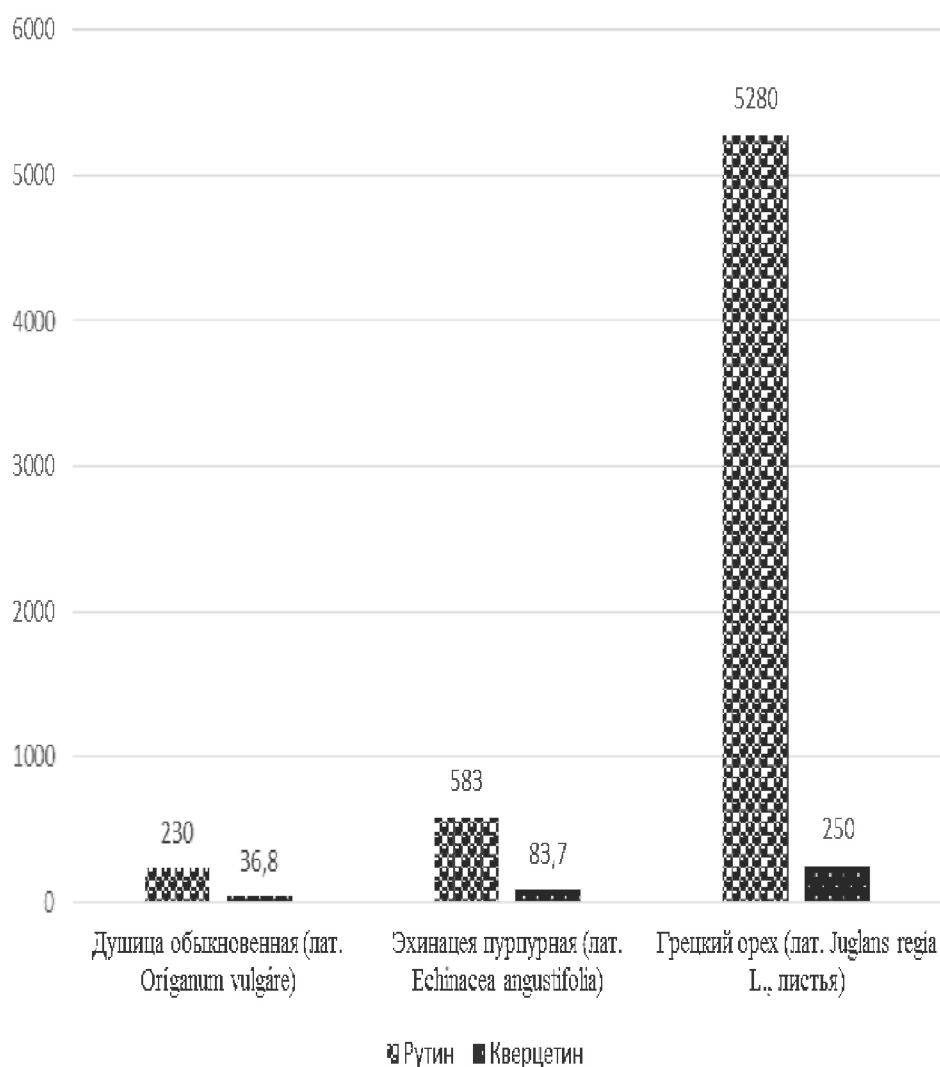


Рис. 5. Содержание рутина и кверцетина в опытных образцах растительного сырья, мг/кг  
Fig. 5. The content of rutin and quercetin in experimental samples of plant raw materials, mg/kg

Из многочисленных источников известно [2, с. 380; 9, с. 22], что рутин и кверцетин обладают иммуностимулирующим свойством, улучшают эластичность и упругость кровеносных сосудов, предотвращают инфаркты и инсульты и т.д.

Экспериментально установлено (рис. 5), что содержание рутина (витамин Р) в 1 кг исследуемого растительного сырья находится в интервале 230 мг (трава душицы обыкновенной) – 5280 мг (листья грецкого ореха). При этом следует отметить, что в листьях грецкого

ореха количество рутина превышает суточную потребность (35–50 мг) более, чем в 10 раз.

Диапазон варьирования кверцетина значительно меньше, чем у рутина и составляет 36,8–250 мг/кг.

К группе витаминов-антиоксидантов относятся витамины Е и С. Витамин Е является универсальным стабилизатором клеточных мембран, необходим для функционирования половых желез, сердечной мышцы. По нашим данным содержание витамина Е в изученном растительном сырье колеблется от 14 до 114 мг/кг.

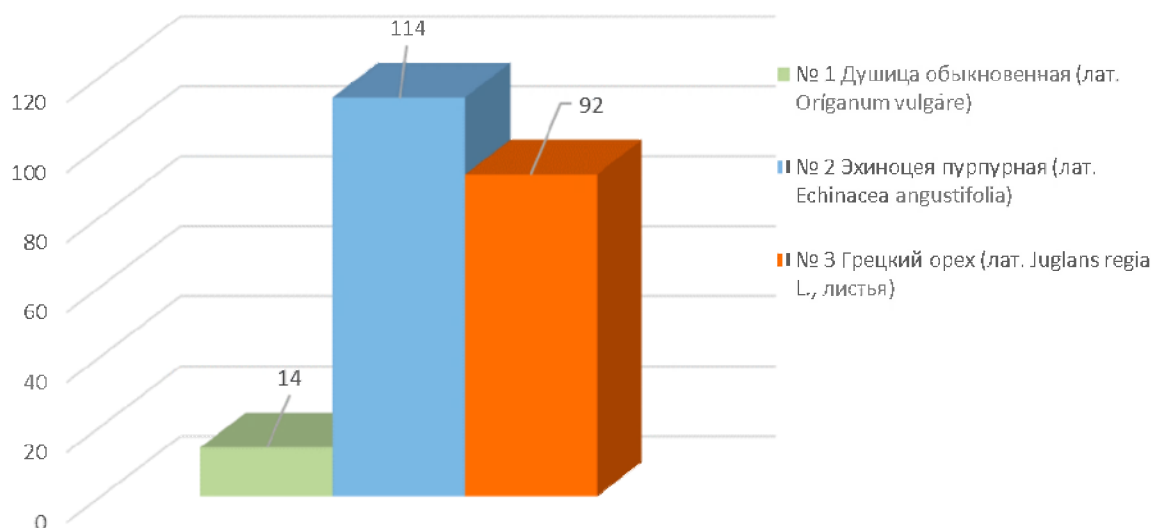


Рис. 6. Массовая концентрация витамина E в опытных образцах растительного сырья, мг/кг

Fig. 6. Mass concentration of vitamin E in experimental samples of plant raw materials, mg/kg

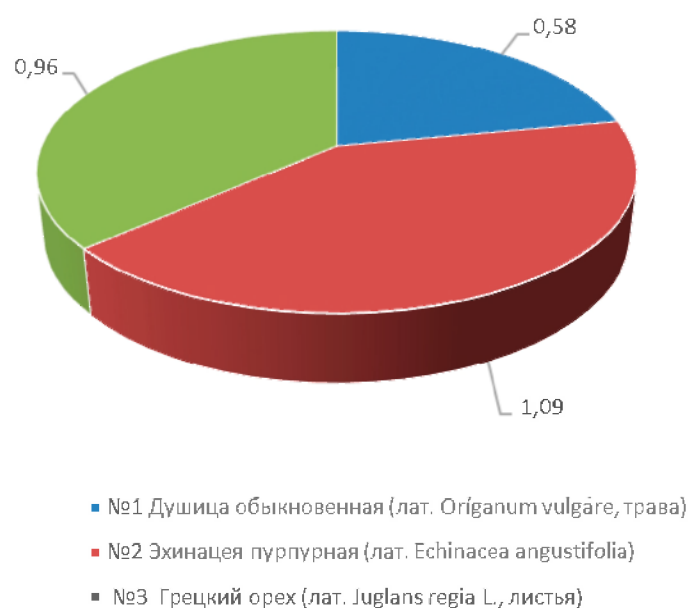


Рис. 7. Антиоксидантная активность опытных образцов растительного сырья в пересчете на галловую кислоту, г/дм³

Fig. 7. Antioxidant activity of experimental samples of plant raw materials in terms of gallic acid, g/dm³

Наибольшее количество витамина E зафиксировано в траве эхинацеи пурпурной (рис. 6).

Витамин С способствует защите внутренних органов и тканей от поврежденной различной этиологии. Содержание витамина С в опытных образцах снижается в ряду: листья грецкого ореха

(20,88 мг/100 г) → душица обыкновенная (10,78 мг/100 г) → эхинацея пурпурная (3,96 мг/100 г).

На втором этапе исследований были определены показатели антиоксидантной активности.

Установлено, что самую высокую антиоксидантную активность проявляют

трава эхинацеи пурпурной (1,09 г/дм<sup>3</sup>) и листья грецкого ореха (0,96 г/дм<sup>3</sup>). Минимальное значение антиоксидантной активности наблюдалось у травы душицы обыкновенной (0,58 г/дм<sup>3</sup>) (рис. 7).

**Выводы:**

1. Анализ качественного состава и количественного содержания природных антиоксидантов в исследуемых образцах лекарственно-технического растительного сырья, произрастающего на территории Республики Адыгея, показал, что трава эхинацеи пурпурной (*Echinacea*

*angustifolia*) и листья грецкого ореха (*Juglans regia* L.) имеют достаточно высокую концентрацию этих соединений в сравнении с листьями душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*).

2. Благодаря достаточно высокому содержанию природных антиоксидантов трава эхинацеи пурпурной (*Echinacea angustifolia*) и листья ореха грецкого (*Juglans regia* L.) рекомендуются для использования в составе функциональных пищевых продуктов антиоксидантного действия.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Лекарственные препараты, лекарственные растения и БАДы с антиоксидантной активностью / Яшин Я.И. [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. 2017. Т. 17, № 3. С. 496–505.
2. Яшин А.Я, Веденин А.Н., Яшин Я.И. Природные антиоксиданты – неотъемлемая часть здорового и полноценного питания и защита человека от опасных болезней: обзор // Питание и обмен веществ. 2016. Вып. 4. С. 378–394.
3. СТО 00668034-23-15-2009 Материалы растительного происхождения. Метод определения массовой концентрации аскорбиновой, хлорогеновой и кофейной кислот с применением капиллярного электрофореза.
4. СТО 00668034-097-20018 Биологические объекты, продукты переработки. Определение массовой концентрации кверцетина и рутина методом высокоэффективного капиллярного электрофореза.
5. ГОСТ 31483-2012. Премиксы. Определение содержания витаминов: В(1) (тиаминхлорида), В(2) (рибофлавина), В(3) (пантотеновой кислоты), В(5) (никотиновой кислоты и никотинамида), В(6) (пиридоксина), В(с) (фолиевой кислоты), С (аскорбиновой кислоты) методом капиллярного электрофореза: межгосударственный стандарт: дата введения 2013-07-01 // Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. официальное. М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.
6. ГОСТ Р 54634-2011. Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина Е: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2013-01-01 // Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. официальное. М.: Стандартинформ, 2011. 12 с.
7. ГОСТ Р 54037-2010. Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов амперометрическим методом в овощах, фруктах, продуктах их переработки, алкогольных и безалкогольных напитках: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2012-01-01 // Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. официальное. М.: Стандартинформ, 2012. 9 с.
8. Parr A.J., G.P. Bolwell. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. J. Sci. Food Agric. 2000; 80:985–1012.
9. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Тараховский Ю.С. [и др.]. Пушкино: Synchronbook, 2013. 310 с.

**REFERENCES:**

1. Yashin Ya.I. [et al.] Medicines, medicinal plants and dietary supplements with antioxidant activity. Sorption and chromatographic processes. 2017; 17(3):496–505. (In Russ).



2. Yashin A.Ya., Vedenin A.N., Yashin Ya.I. Natural antioxidants are an integral part of a healthy and nutritious diet and protection of a person from dangerous diseases: an overview. *Nutrition and metabolism*. 2016; 4:378–394. (In Russ).
3. STO 00668034-23-15-2009 Materials of plant origin. Method for determination of mass concentration of ascorbic, chlorogenic and caffeic acids using capillary electrophoresis. (In Russ).
4. STO 00668034-097-20018 Biological objects, processed products. Determination of the mass concentration of quercetin and rutin by the method of high-performance capillary electrophoresis. (In Russ).
5. GOST 31483-2012. Premixes. Determination of the content of vitamins: B(1) (thiamine chloride), B(2) (riboflavin), B(3) (pantothenic acid), B(5) (nicotinic acid and nicotinamide), B(6) (pyridoxine), B(c) (folic acid), C (ascorbic acid) by capillary electrophoresis: interstate standard: date of introduction 2013-07-01. Ed. official. Moscow: Standartinform; 2012. 20 p. (In Russ).
6. GOST R 54634-2011. Functional food products. Method for determination of vitamin E: the national standard of the Russian Federation: date of introduction 2013-01-01. Ed. official. Moscow: Standartinform; 2011. 12 p. (In Russ).
7. GOST R 54037-2010. Food products. Determination of the content of water-soluble antioxidants by the amperometric method in vegetables, fruits, their processed products, alcoholic and non-alcoholic beverages: national standard of the Russian Federation: date of introduction 2012-01-01. Ed. official. Moscow: Standartinform; 2012. 9 p. (In Russ).
8. Parr A.J., Bolwell G.P. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *J. Sci. Food Agric*. 2000; 80: 985–1012.
9. Tarakhovskiy Yu.S. [et al.] Flavonoids: Biochemistry, Biophysics, Medicine. Pushchino: Synchronbook; 2013. 310 p. (In Russ).

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Анзаур Адамович Схалыхов**, профессор кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук  
arama75@mail.ru  
тел.: 8 (918) 220 08 88

**Хазрет Русланович Сиухов**, профессор кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук  
siukhov@mail.ru

**Зарета Тальбиевна Тазова**, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук  
zareta.tazova@yandex.ru  
тел.: 8 (918) 420 81 54

**Anzaur A. Skhalyakhov**, a professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Technical Sciences  
arama75@mail.ru  
tel.: 8 (918) 220 08 88

**Khazret R. Siukhov**, a professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Technical Sciences  
siukhov@mail.ru

**Zareta T. Tazova**, an associate professor of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Technical Sciences  
zareta.tazova@yandex.ru  
tel.: 8 (918) 420 81 54

**Людмила Викторовна Лунина**, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук

lunina1000@mail.ru

тел.: 8 (928) 469 39 37

**Lyudmila V. Lunina**, an associate professor of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Technical Sciences

lunina1000@mail.ru

tel.: 8 (928) 469 39 37