

УДК 543.865.867

Научный обзор



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-373-8-143-150

Е. С. Орлова<sup>1</sup>,  
С. А. Аль-Сухайми<sup>1, 2</sup> ✉,  
М. Б. Ребезов<sup>3, 4</sup>

<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

<sup>2</sup> Город научных исследований и прикладных технологий (SRTA-City), Александрия, Египет

<sup>3</sup> Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>4</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ alsukhaimisa@susu.ru

Поступила в редакцию:  
05.05.2023

Одобрена после рецензирования:  
11.07.2023

Принята к публикации:  
26.07.2023

Review article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-373-8-143-150

Ekaterina S. Orlova<sup>1</sup>,  
Sobhy A. El-Sohaimy<sup>1, 2</sup> ✉,  
Maksim B. Rebezov<sup>3, 4</sup>

<sup>1</sup> South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>2</sup> City of Scientific Research and Technology Applications (CSRTA-City), Alexandria, Egypt

<sup>3</sup> V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ alsukhaimisa@susu.ru

Received by the editorial office:  
05.05.2023

Accepted in revised:  
11.07.2023

Accepted for publication:  
26.07.2023

## Оценка антиоксидантной и антимикробной активности растительных биоактивных соединений в качестве натуральных консервантов

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Натуральные консерванты, такие как соль или сахар, могут нанести вред здоровью человека, если употреблять их в избытке. В искусственных консервантах часто используются синтетические химические вещества, которые FDA считает безопасными. Более серьезная проблема со здоровьем, связанная с искусственными консервантами, заключается в том, что они часто содержатся в нездоровых, обработанных пищевых продуктах.

**Методы.** В работе применялся монографический метод, а также методы анализа, систематизации, сравнения, обобщения. Поиск источников данных осуществлялся в научных электронных библиотеках и поисковых системах eLIBRARY.ru, Science Direct, Scopus, порталах ResearchGate и Cyberleninka.

**Результаты.** Экстракт яблочной кожуры показал высокую антиоксидантную активность и эффективно замедлил окисление липидов. При концентрации 50 мкг/мл активность по удалению ОН составляла 57%. Антибактериальная активность семян облепихи — 200–350 мкг/мл, выраженная в минимальной ингибиторной концентрации против различных грамположительных и грамотрицательных бактерий, антиокислительная активность — 40,379–93,473, выраженная в процентах.

Антиоксидантные фенольные соединения, присутствующие в семенах и кожуре (жмыхе) винограда, составляют 60–70% от общего количества полифенолов в винограде.

Суммарная антиоксидантная активность для листьев черной смородины составила  $44,51 \pm 1,72\%$ .

Подытожив сравнение антиоксидантной активности выбранных источников, можно сделать вывод, что источником, проявившим наибольшую антиоксидантную активность, является жмых винограда. Однако, если обратить внимание на климатический фактор, в условиях Российской Федерации наиболее целесообразно использование кожуры яблок с антиоксидантной активностью 57% ввиду изобилия данного продукта и простоте его выращивания.

**Ключевые слова:** антиоксидантная активность, антимикробная активность, биологически активные соединения растительного происхождения, натуральные консерванты, пищевая промышленность

**Для цитирования:** Орлова Е.С., Аль-Сухайми С.А., Ребезов М.Б. Оценка антиоксидантной и антимикробной активности растительных биоактивных соединений в качестве натуральных консервантов. *Аграрная наука*. 2023; 373(8): 143–150. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-143-150>

© Орлова Е.С., Аль-Сухайми С.А. Ребезов М.Б.

## Evaluation of the antioxidant and antimicrobial activity of plant bioactive compounds as natural preservatives

### ABSTRACT

**Relevance.** Natural preservatives such as salt or sugar can be harmful to human health if consumed in excess. Artificial preservatives often use synthetic chemicals that are considered safe by the FDA. A more serious health problem associated with artificial preservatives is that they are often found in unhealthy, processed foods.

**Methods.** The monographic method was used in the work, as well as methods of analysis, systematization, comparison, generalization. The search for data sources was carried out in scientific electronic libraries and search engines eLIBRARY.ru, Science Direct, Scopus, ResearchGate and Cyberleninka portals.

**Results.** Apple peel extract showed high antioxidant activity and effectively slowed down lipid oxidation. At a concentration of 50 micrograms/ml, the OH removal activity was 57%. The antibacterial activity of sea buckthorn seeds is 200–350 mcg/ml, expressed in a minimum inhibitory concentration against various gram-positive and gram-negative bacteria, the antioxidant activity is 40,379–93,473, expressed as a percentage.

Antioxidant phenolic compounds present in the seeds and skins (meal) of grapes account for 60–70% of the total polyphenols in grapes.

Total antioxidant activity for black currant leaves. was  $44.51 \pm 1.72\%$ .

Summing up the comparison of the antioxidant activity of the selected sources, we can conclude that the source that showed the highest antioxidant activity is grape cake. However, if we pay attention to the climatic factor, in the conditions of the Russian Federation it is most expedient to use the peel of apples with an antioxidant activity of 57%, in view of the abundance of this product and the ease of its cultivation

**Key words:** antioxidant activity, antimicrobial activity, biologically active compounds of plant origin, natural preservatives, food industry

**For citation:** Orlova E.S., El-Sohaimy S.A., Rebezov M.B. Evaluation of the antioxidant and antimicrobial activity of plant bioactive compounds as natural preservatives. *Agrarian science*. 2023; 373(8): 143–150 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-143-150>

© Orlova E.S., El-Sohaimy S.A., Rebezov M.B.

## Введение/Introduction

Современное направление исследований ученых посвящено изучению хранимоспособности продуктов питания без значительных потерь биологической ценности пищевой продукции с использованием потенциала биологически активных веществ<sup>1</sup> без применения консервантов [1–4].

Применение консервантов в пищевой промышленности преследует сразу несколько целей. Самая очевидная — продление срока годности. Консерванты применяются для предотвращения образования плесени и других вредных веществ и регулирования кислотности и других показателей, делающих более приятными вкус, аромат и цвет продукта. Это основные задачи применения консервантов в пищевой промышленности. Бывают более узкие, связанные со спецификой конкретного продукта, например колбасных изделий или рыбных консервов.

Естественные методы консервирования продуктов включают замораживание, ферментацию, маринование, вяление и консервирование. Многие из этих методов включают добавление достаточно большого количества сахара или пищевой соли, что помогает сохранить продукты, но также связано с ухудшением физиологического состояния человека в связи с чрезмерным употреблением этих ингредиентов в составе продукции [5].

Натуральные консерванты являются безопасными для использования. Их обычно получают растительным, животным и микробным способами происхождения.

Искусственные консерванты обычно используют различные химические вещества, чтобы предотвратить порчу упакованных и свежих продуктов. Эти консерванты считаются безопасными в тех количествах, в которых они используются в настоящее время. Более серьезная проблема заключается в том, что они часто ассоциируются с обработанными, предварительно упакованными продуктами, которые, как правило, менее полезны, чем «цельные», минимально обработанные продукты [5].

Ограниченный срок хранения свежих продуктов привел к продолжающемуся давлению (на производителей пищевой продукции со стороны торговых организаций) на использование искусственных консервантов. В итоге всё чаще слышим о необходимости использования искусственных консервантов для предотвращения порчи продуктов вследствие окисления липидов [6].

Есть большой ассортимент консервантов. Например, одним из распространенных является сорбат калия. Когда он растворяется в воде, соединение ионизируется с образованием сорбиновой кислоты, которая полезна для предотвращения роста плесени и дрожжей. Это распространено в выпечке, фруктовых продуктах, сыре, заправках для салатов и майонезе. Сорбат калия считается в целом безопасным, согласно FDA<sup>2</sup>.

Или, к примеру, другой консервант — ВНА/ВНТ (бутилированный гидроксианизол и бутилированный гидрокситолуол). Он предотвращает порчу жиров и масел и используется в таких продуктах, как маргарин. Согласно списку «подходящих ингредиентов» Министерства сельского хозяйства США, безопасен для ис-

пользования в качестве консерванта в мясе, если оно составляет менее 0,2%, исходя из содержания жира в пищевом продукте [6].

Гипоплазия нижней челюсти является наиболее распространенной деформацией кальварии и деформацией позвоночника. Сколиоз и дефекты нервной трубки — два примера этого.

В одном исследовании утверждалось, что ежедневное введение высоких доз бензоата натрия может привести к генотоксическим и тератогенным изменениям в неврологической системе [7].

Другие серьезные воздействия также включают факторы роста, клеточный цикл и экспрессию генов и необходимо учитывать тот факт, что он может вызывать деформацию во время родов. Пищевые добавки в целом должны быть переоценены по мере необходимости в свете новой информации, меняющихся ситуаций использования и свежей информации о научных данных [8].

Некоторые производные бензоата, такие как SB, по-видимому, являются поглотителями свободных радикалов у людей, тогда как другие механизмы, возможно, вызывающие эмбриональное кровоизлияние и нарушения тканей глаза после воздействия ПБ, могут быть результатом индукции потенциально вредных ситуаций АФК в эмбриональных тканях (таких, как глаз) и ингибировать экспрессию эмбриональных генов, таких как Рах-3 или альтернативные гены, необходимые для свертывания крови [8].

V. Leppert *et al.* [9] утверждают, что после всасывания в организме эти химические вещества циркулируют в крови и могут выводиться с мочой и грудным молоком, подвергая воздействию маленьких детей, которые могут быть очень восприимчивы к этим химическим веществам. Например, одна порция вяленой говядины (около 28 г) содержит 470 мг натрия — это 20% от максимального рекомендуемого количества (2300 мг) в день. Замороженные продукты питания, особенно некоторые замороженные готовые обеды, богаты натрием. Авторы утверждают, что замороженный ужин «Мари Каллендер» со стейком, картофелем и макаронами с сыром содержит 1190 мг натрия (более половины рекомендуемой максимальной нормы) [9].

Цель настоящего обзора — оценка антиоксидантной и антимикробной активности растительных биоактивных соединений в качестве натуральных консервантов.

## Материалы и методы исследований / Materials and methods

В исследовании применялся монографический метод, а также методы анализа, систематизации, сравнения, обобщения.

Поиск источников данных осуществлялся в научных электронных библиотеках и поисковых системах eLIBRARY.ru, Science Direct, Scopus, порталах ResearchGate и Cyberleninka.

Объектом исследования является оценка антиоксидантной и антимикробной активности биохимических соединений пяти источников растительного сырья: жмых винограда культурного, облепиха крушиновидная, кожура плодов яблони домашней, базилик душистый, черная смородина.

<sup>1</sup> Панфилов В.И. Разработка технологии получения импортозамещающих пищевых ингредиентов и белковых кормовых продуктов, обогащенных функциональными компонентами, на основе возобновляемого растительного сырья. НИР: грант № 19-19-13059. Российский научный фонд. 2019.  
<sup>2</sup> <https://www.fda.gov/> Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств = U.S. Food and Drug Administration (штаб-квартира White Oak, Maryland, USA).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Общая характеристика растительных материалов (виноград культурный, облепиха крушиновидная, плоды яблони домашней, базилик душистый, черная смородина)

В соответствии с биологической систематикой вышеуказанные растения можно классифицировать следующим образом: все вышеперечисленные растения относятся к домену эукариотов, царству растений, отделу цветковых, классу двудольных.

Начиная с порядка (тансономистического ранга) появляются различия: к порядку камнеломкоцветных, семейству крыжовниковых, роду смородины относятся смородина черная и смородина красная (международное научное название — *Ribes rubrum*). Смородина черная представляет из себя кустарник высотой до 2–2,5 м. Ветви с темно-коричневой корой, молодые побеги голые или опушенные. Листья с 3–5 острыми лопастями, сверху голые, снизу слабоопушенные, с желтыми железками, как и стебли [10].

К порядку виноградоцветных, семейству виноградовых, роду виноград относится виноград культурный (международное научное название *Vitis vinifera*). Форма (открытость) и паутинистое опушение верхушки молодого побега у исследуемых популяций дикорастущего винограда — самые изменчивые морфологические признаки. Паутинистое опушение у данных растений Водопадной Щели варьирует от редкого до густого [11].

К порядку розоцветных, семейству лоховых, роду облепихи относится вид облепиха крушиновидная (международное научное название — *Hippophae rhamnoides*) [12].

К порядку розоцветных, семейству розовых, роду яблони относится яблоня домашняя (международное научное название — *Malus domestica*). Плодовое дерево высотой до 14 м. На молодых побегах присутствует войлочное опушение. Листья овальной, эллиптической или округлой формы с острой верхушкой, край листа — зубчатый. При обильном цветении завязываются и развиваются до зрелых плодов около 30% завязей, остальные осыпаются (неоплодотворенные завязи, а в июне — плоды) [13].

К порядку ясноткоцветных, семейству яснотковых, роду базилик относится базилик душистый (международное научное название — *Ocimum basilicum*). Центральный стебель прямостоячий, высота 60–120 см, у основания округлый, толщина 1,0–2,0 см, темно-коричневый, опушенный мелкими, светлыми, короткими, неветвящимися, многоклеточными волосками [14].

### Фитохимические соединения растительного происхождения

Растения вырабатывают множество вторичных метаболитов в небольших количествах<sup>3,4</sup>. Вторичные метаболиты действуют как аллелопатические агенты, которые способствуют росту и размножению других растений и помогают им противостоять неблагоприятным условиям [7]. Многие вторичные метаболиты используются в качестве ароматизаторов, смол, камеди, усилителей вкуса, инсектицидов и гербицидов [15]. Растения, такие как овощи, фрукты, специи, лекарственные травы, использовались для лечения многих болезней с древних времен. Растения, содержащие фитохимические соединения, дополняют потребности человеческого организма, действуя как природные ан-

Таблица 3. Содержание биологически активных веществ  
Table 3. The content of biologically active substances

Наименование растения (плода)	Антоцианины	Флавонолы	Флаваны
Смородина черная	цианидин	дельфинидин	
Виноград культурный		кверцетин	цианидин
		рутин	пеонидин
		кемпферол	дельфинидин
		изорамнетин	
		таксифолин	мальвидин
		(дигидрокверцетин)	петунидин
Облепиха крушиновидная		кверцетин	флаван-3-олы (катехины)
		рутин	
		мирицетин	
		кемпферол	
		изорамнетин	
		гесперидин	
Кожура плодов яблони домашней		кверцетин	флаван-3-олы (катехины)
		рутин	
		кемпферол	
Базилик душистый			флаван-3-олы (катехины)

<sup>3</sup> Ханды М.Т. Разработка технологии производства биомассы культур клеток и адвентивных корней вздутоплодника сибирского. Отчет о НИР № 18-74-00097. Российский научный фонд. 2018.

<sup>4</sup> Дускаев Г.К. Исследование механизмов действия новых кормовых добавок и входящих в их состав биологически активных соединений, направленных на подавление плотно-зависимой коммуникации у бактерий пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных. Отчет о НИР № 22-16-00036. Российский научный фонд. 2022.

тиоксиданты<sup>5–8</sup>. Потребление фруктов и овощей имеет много преимуществ для здоровья, включая целебные свойства и высокую питательную ценность. Эти фитохимические соединения имеют огромное промышленное, коммерческое и медицинское применение, поэтому приобрели особое значение во многих странах [16–18].

В таблице 1 представлено содержание биологически активных веществ в исследуемых материалах (виноград культурный, облепиха крушиновидная, кожура плодов яблони домашней, базилик душистый, смородина черная).

#### Антиоксидантная активность фитохимических соединений

Антиоксидантные соединения используют для того, чтобы продлить срок годности продуктов питания<sup>9, 10</sup>. Они предотвращают прогорклость и изменения цвета продукта при окислении. Фенольные соединения, витамины С и Е — это природные антиоксиданты. Именно они способны поглотить свободные радикалы. Нежелательный меланоз на поверхности свежесрезанных фруктов и овощей — распространенная проблема для розничной торговли продуктов питания [19–23].

Специи, мякоть цитрусовых, кожура, активные компоненты, такие как лигнаны, флавоноиды, полифенолы и терпеноиды, присутствуют в большинстве специй, обладая антиоксидантными свойствами. Эти вещества могут предотвращать или задерживать окисление липидов в продукции животного происхождения, в том числе гидробиионтах [19–23].

S. Bitalebi *et al.* [24] утверждают, что окисление липидов эффективно ингибировалось в фарше в течение 96 час. холодильного хранения, о чем свидетельствует значительно более низкое содержание пероксидов и химически активных веществ тиобарбитуровой кислоты (TBARS) по сравнению с контролем.

Яблочная кожура (побочный продукт переработки яблок) обладает разнообразными биологическими свойствами, что делает ее пригодной в качестве функционального ингредиента. Результаты показали, что экстракт яблочной кожуры обладает способностью улавливать DPPH, ABTS и OH в зависимости от концентрации. При концентрации 50 мкг/мл активность по удалению OH составляла 57%. Экстракт яблочной кожуры показал высокую антиоксидантную активность и эффективно замедлил окисление липидов в охлажденном фарше радужной форели. Он предотвращал окисление белка, о чем свидетельствуют более низкое образование карбонильных белков и более высокое содержание общей сульфгидрильной группы по сравнению с контролем. Эти результаты свидетельствуют о том, что экстракт яблочной кожуры можно рассматривать как потенциальный природный антиоксидант в охлажденном фарше радужной форели.

Чаухан Аттар Сингх и др. зарегистрировали патент «Способ получения антибактериальной и анти-

оксидантной фракции из семян облепихи (*hippophae rhamnoides*)<sup>11</sup>. В нем описывался способ получения антибактериальной и антиоксидантной фракции из семян облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) Высушенный таким способом продукт обладал антибактериальной активностью 200–350, выраженной в минимальной ингибиторной концентрации (мкг/мл) против различных грамположительных и грамотрицательных бактерий, и антиокислительной активностью 40,379–93,473, выраженной в процентах.

Антиоксидантные свойства базилика душистого изучал Gian Carlo Tenore [25], который провел исследование «Антиоксидантные и антимикробные свойства традиционных зеленых и фиолетовых сортов базилика Наполетано (*Ocimum basilicum* L.) из региона Кампания (Италия)» [25]. Представленные результаты исследования показали, что образцы экстрактов базилика характеризовались в целом более высокой концентрацией полифенолов, чем те, о которых сообщалось в ранее опубликованных источниках информации. Базилик Наполетано пурпурный обладает более высокой способностью к поглощению радикалов и восстановлению железа, чем зеленый, вероятно, из-за соответствующего содержания в нем антоцианов. Что касается антимикробных свойств, оба сорта базилика проявляли активность в отношении широкого спектра пищевых микроорганизмов и патогенных микроорганизмов человека, проявляя не только среднюю или высокую природную консервирующую способность. Результаты показали, что базилик Наполетано зеленого и фиолетового цвета является хорошим источником антиоксидантов, представляющих потенциальный интерес для нутрицевтики [25].

Антиоксидантная и антимикробная активность экстракта виноградных косточек и виноградной кожицы была исследована индийскими учеными [26]. По полученным показателям антиоксидантной и антимикробной активности экстракт косточек выше, чем экстракт кожицы. В результате исследования авторы получили данные, что антиоксидантные фенольные соединения, присутствующие в семенах, составляют 60–70% от общего количества полифенолов в винограде [26].

Антиоксидантная активность, содержание фенольных соединений и флавоноидов (значения TPC, TFC и AA) водно-спиртовых экстрактов кожуры (кожицы) и косточек винограда представлены в таблице 2.

Черную смородину в качестве источника полифенольных антиоксидантов исследовали И.В. Михайлова и др. [27]. Объектами исследования явились высушенные листья многолетнего дикорастущего растения смородины черной (*Ribes Nigrum* L.). Величину антиоксидантной активности выражали в процентах ингибирования аутоокисления адреналина, значение более 10% свидетельствовало о наличии антиоксидантной активности, среднее значение составило  $44,51 \pm 1,72\%$  [27].

<sup>5</sup> Афонина С.Н., Лебедева Е.Н., Мачнева И.В. Биологически активные вещества растительного происхождения. Учебное пособие для студентов фармацевтического факультета / Оренбург. 2016.

<sup>6</sup> Жукова А.Г., Горохова Л.Г., Сазонтова Т.Г. Химия биологически активных веществ: природные и синтетические антиоксиданты. Учебник. Москва. 2022.

<sup>7</sup> Фаткуллин Р.И. Изучение механизмов и разработка технологии инкапсуляции биологически активных веществ методом комплексной коацервации. НИР: грант № 22-76-00059. Российский научный фонд. 2022.

<sup>8</sup> Бучаченко А.Л. Разработка новых идей и методов в химии биоантиоксидантов как средства против окислительного стресса. Отчет о НИР № 20-13-00148. Российский научный фонд. 2022.

<sup>9</sup> Костицова В.А. Возможности использования современных методов метаболического анализа в систематике и филогении растений и при поиске источников активных молекул с определенными терапевтическими свойствами. НИР: грант № 23-24-00310. Российский научный фонд. 2023.

<sup>10</sup> Серба Е.М. Разработка научно обоснованной технологии специализированных продуктов быстрого приготовления, обогащенных антиоксидантами и пищевыми волокнами плодово-ягодного сырья. НИР: грант № 22-16-00100. Российский научный фонд. 2022.

<sup>11</sup> Chauhan *et al.* Process for preparing antibacterial and antioxidant fraction from Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) United States Patent. Patent No. US 6,946,154 B2.

Таблица 2. Антиоксидантная активность, содержание фенольных соединений и флавоноидов водно-спиртовых экстрактов кожуры и косточек винограда  
Table 2. Antioxidant activity, content of phenolic compounds and flavonoids of aqueous-alcoholic extracts of grape skin and seeds

Сорт винограда	Тип виноградинки	Общее содержание фенольных соединений, мг АЕ / г		Общее содержание флавоноидов мг кверцетина / г		Антиоксидантная активность, мг аскорбиновой кислоты / г	
		кожица	семена	кожица	семена	кожица	семена
Мерло	Органический	55.69 ± 3.18 <sup>АВ</sup>	146.80 ± 6.53 <sup>В</sup>	43.94 ± 3.84	172.19 ± 9.67	21.22 ± 1.39 <sup>а</sup>	355.77 ± 9.57
	Общепринятый	15.82 ± 0.50 <sup>АВ</sup>	47.38 ± 0.90 <sup>В</sup>	51.89 ± 3.44	120.69 ± 8.53	24.22 ± 1.92 <sup>а</sup>	143.2 ± 7.04
Фетяска Нягра	Органический	71.98 ± 4.04 <sup>АВ</sup>	150.92 ± 4.87 <sup>В</sup>	87.72 ± 5.95	158.36 ± 11.10	23.99 ± 2.16 <sup>а</sup>	286.58 ± 10.47
	Общепринятый	22.17 ± 0.58 <sup>АВ</sup>	64.48 ± 1.36 <sup>В</sup>	47.02 ± 2.87	122.14 ± 7.18	23.82 ± 2.62 <sup>а</sup>	157.07 ± 9.31
Пино Нуар	Органический	47.04 ± 1.87 <sup>АВ</sup>	169.53 ± 7.32 <sup>В</sup>	26.28 ± 1.46	388.25 ± 10.72	15.98 ± 1.53 <sup>а</sup>	312.84 ± 12.81
	Общепринятый	20.64 ± 1.53 <sup>АВ</sup>	77.05 ± 2.76 <sup>В</sup>	15.79 ± 1.51	135.13 ± 5.68	19.36 ± 1.99 <sup>а</sup>	209.59 ± 11.38
Маскат Гамбург	Органический	20.41 ± 1.26 <sup>АВ</sup>	52.78 ± 1.90 <sup>В</sup>	49.23 ± 3.07	123.58 ± 8.66	26.55 ± 2.35 <sup>а</sup>	135.77 ± 8.14
	Общепринятый	19.94 ± 1.73 <sup>АВ</sup>	73.53 ± 1.37 <sup>В</sup>	43.41 ± 3.63	131.76 ± 6.70	26.32 ± 2.09 <sup>а</sup>	164.5 ± 6.45

### Антимикробная активность фитохимических соединений

Флавоноиды, в основном присутствующие в виде гликозидов, являются основными биологически активными соединениями с наивысшей антиоксидантной активностью в силу их химической структуры<sup>12</sup>. В рамках анализа химического состава также было подсчитано общее количество конденсированных танинов и галлотанинов в экстрактах. Концентрация конденсированных танинов составила 7,43 мг GA г<sup>-1</sup> в ягоде и 1,71 мг GA г<sup>-1</sup> в листьях, в то время как измеренная концентрация галлотанинов — 3,62 мг GA г<sup>-1</sup> в ягоде и 1,25 мг GA г<sup>-1</sup> в листьях. Результаты исследований показали, что экстракты ягод обладают более высоким содержанием антиоксидантной активности (11,4 мг AA г<sup>-1</sup>) по сравнению с экстрактами листьев (1,96 мг AA г<sup>-1</sup>), что коррелирует с более высокими концентрациями общих фенольных соединений, общих флавоноидов, конденсированных галлотанинов в ягодных экстрактах. Полученные результаты согласуются с выводами, которые сообщили о высокой антиоксидантной активности плодов черной смородины, обнаружили более высокое содержание фенольных соединений и антиоксидантов в листьях, чем в ягодах [16, 17, 20, 27]. Результаты указывают на потенциальное использование ягод и листьев черной смородины в качестве продуктов, богатых полифенолами.

Результаты исследования Husam Qanash *et al.* [21] предполагают потенциальное использование экстракта плодов яблока Кей в качестве антимикробного агента узкого спектра действия для грамотрицательных бактерий, хотя необходимы больше бактерий и дальнейшая оценка риска. Умеренный антибактериальный потенциал в отношении *S. aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Streptococcus pyogenes* был зарегистрирован *in vitro* [21].

В исследовании Hafiz Rehan Nadeem [22] было зарегистрировано, что этаноловые экстракты листьев *O. basilicum* обладают большим сродством к экстракции общего содержания фенольных (191,2 мг GAE / г), значительно больше, чем в дихлорметановых (86,6 мг GAE / г) и водных (70,7 мг GAE / г) экстрактах. Напротив, н-гексановые экстракты листьев *O. basilicum* демонстрировали самый низкий потенциал общего содержания фенольных веществ при 29,7 мг GAE / г [22].

### Применение натуральных консервантов в продуктах питания

В последние десятилетия растущий спрос на натуральные пищевые консерванты побудил к исследованиям их использования для консервирования скоропортящихся продуктов [23].

Антимикробная активность соединений растительного происхождения в основном зависит от типа микроорганизма, размера инокулята, питательной среды, метода экстракции и метода определения антимикробной активности<sup>13, 14</sup>. Растительные соединения, такие как полифенолы, терпены и алкалоиды, производятся из природных источников. Флавоноиды, хиноны, кумарины, фенольные кислоты, дубильные вещества, фенолы, флавоны и флавонолы являются химическими веществами подгруппы, важными для ингибирования микробной активности [24–32].

### Польза для здоровья потребителей при употреблении продуктов с натуральным консервантом в составе

Распространено мнение, что соединения из природных источников безопасны даже в высоких дозах. Таким образом, в научной литературе имеются ограниченные данные относительно токсичности натуральных растительных экстрактов.<sup>15, 16</sup> Кроме того, аспекты безопасности при длительном потреблении высоких доз

<sup>12</sup> Насухова А.М. Результаты фитохимического изучения травы череды поникшей. Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. Сборник научных трудов. Пятигорск. 2018; 105–109.

<sup>13</sup> Зуев Н.П., Евдокимов В.В., Крюков А.Н., Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Лободьяников А.Н., Шахов С.В., Девальд Е.Н., Аристов А.В., Семенов С.Н., Мармурова О.М., Лощенко А.В., Зуев С.Н., Попова О.В., Ломазов В.А., Мельникова Н.В., Родин И.А., Фурманов И.Л., Шумский В.А., Ломазова В.И. и др. Физиолого-биохимические основы применения растений для получения продуктов питания человека и кормов для животных. Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина. Белгород; Воронеж. 2022.

<sup>14</sup> Яковченко Н.В. Применение биопотенциала адаптогенных БАВ из растительного сырья для создания новых функциональных продуктов питания с пробиотическим эффектом для активного долголетия и здоровья. НИР: грант № 22-26-00288. Российский научный фонд. 2022.

<sup>15</sup> Евскокова А.О., Семипятный В.К., Галстян А.Г., Пряничникова Н.С. Программа для проектирования состава поликомпонентных продуктов в соответствии с нормами физиологических потребностей различных групп населения. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022613909, 15.03.2022. Заявка № 2022613174 от 09.03.2022.

<sup>16</sup> Ковалева Е.Г. Новые функциональные продукты питания с биологически активными веществами из побочных продуктов пищевой промышленности и растительного сырья для превентивной медицины, здоровья и долголетия. Отчет о НИР № 20-66-47017. Российский научный фонд. 2022.

полифенолов в качестве пищевых добавок или пищевых добавок четко неизвестны у людей и нуждаются в тщательном исследовании<sup>17</sup>. Многочисленные исследования на животных подтвердили благотворную роль полифенолов. Таким образом, оценка безопасных уровней полифенолов и других природных соединений для использования в качестве пищевых консервантов имеет решающее значение для определения потенциальной цитотоксичности. Результаты показали отсутствие острой и субхронической токсичности экстрактов виноградных косточек, богатых проантоцианами. Кроме того, лечение людей с предгипертонической болезнью GSPE (*Grape seed proanthocyanidin extract*) 300 мг/день показало значительное снижение артериального давления без каких-либо наблюдаемых побочных эффектов. Эти данные свидетельствуют о безопасности и переносимости GSPE для лечения у людей [30–33].

### Выводы/Conclusion

Экстракт яблочной кожуры показал высокую антиоксидантную активность и эффективно замедлил окисление липидов. При концентрации 50 мкг/мл активность по удалению ОН составляла 57%.

Антибактериальная активность семян облепихи 200–350 мкг/мл, выраженная в минимальной ингибиторной концентрации против различных грамположительных и грамотрицательных бактерий, и антиокислительная активность 40,379–93,473, выраженная в процентах.

Антиоксидантные фенольные соединения, присутствующие в семенах и кожуре (жмыхе) винограда, со-

ставляют 60–70% от общего количества полифенолов в винограде.

Суммарная антиоксидантная активность для листьев черной смородины составила 44,5%.

Подытожив сравнение антиоксидантной активности выбранных нами перспективных образцов растительного сырья, можно сделать вывод, что источником, проявившим наибольшую антиоксидантную активность, является жмых винограда. Однако, если обратить внимание на климатический фактор, в условиях Российской Федерации наиболее целесообразно использование кожуры плодов яблонь с антиоксидантной активностью до 57% ввиду достаточности данного продукта в промышленных масштабах.

Однако для транспортировки и хранения могут потребоваться более значительные концентрации натуральных консервантов, чем те, которые используются в лабораторных средах. Разработка оптимальной комбинации низких доз противомикробных препаратов, которые могут поддерживать безопасность продукта и продлевать срок годности, сводя к минимуму нежелательные вкусовые и органолептические изменения, связанные с добавлением высоких концентраций природных противомикробных препаратов, является сложной задачей для практического применения природных противомикробных препаратов. Хотя исследования консервантов всё еще продолжаются, предварительные результаты показывают: чем больше натуральных консервантов, тем меньше вероятность того, что продукт вызовет аллергические реакции.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Данное исследование финансируется в рамках регионального конкурса Российского научного фонда 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (соглашение от 25.03.2022 № 22-16-20007).

### FUNDING

This research is funded within the framework of the regional competition of the Russian Science Foundation in 2021 «Conducting fundamental scientific research and exploratory scientific research by individual scientific groups» (agreement No. 22-16-20007 of 03.25.2022).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abd El-Aziz N.M. *et al.* Characterization of Orange Peel Extract and Its Potential Protective Effect against Aluminum Chloride-Induced Alzheimer's Disease. *Pharmaceuticals*. 2022; 16(1): 12. <https://doi.org/10.3390/ph16010012>
2. Mansour H.M.M., El-Sohaimy S.A., Zeitoun A.M., Abdo E.M. Effect of Natural Antioxidants from Fruit Leaves on the Oxidative Stability of Soybean Oil during Accelerated Storage. *Antioxidants*. 2022; 11(9): 1691. <https://doi.org/10.3390/antiox11091691>
3. Rebezov M. *et al.* Novel techniques for microbiological safety in meat and fish industries. *Applied Sciences*. 2022; 12(1): 319. <https://doi.org/10.3390/app12010319>
4. Dwi Anggono A. *et al.* Fruit preservation packaging technology based on air adjustment packaging method. *Food Science and Technology*. 2022; 42: e29221. <https://doi.org/10.1590/fst.29221>
5. Silva M.M., Lidon F. Food preservatives — An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2016; 28(6): 366–373. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-04-351>
6. Sambu S., Hemaram U., Murugan R., Alsofi A.A. Toxicological and Teratogenic Effect of Various Food Additives: An Updated Review. *BioMed Research International*. 2022; 2022: 6829409. <https://doi.org/10.1155/2022/6829409>
7. Kreindler J.J., Slutsky J., Haddad Z.H. The effect of food colors and sodium benzoate on rat peritoneal mast cells. *Annals of Allergy*. 1980; 44(2): 76–81.

### REFERENCES

1. Abd El-Aziz N.M. *et al.* Characterization of Orange Peel Extract and Its Potential Protective Effect against Aluminum Chloride-Induced Alzheimer's Disease. *Pharmaceuticals*. 2022; 16(1): 12. <https://doi.org/10.3390/ph16010012>
2. Mansour H.M.M., El-Sohaimy S.A., Zeitoun A.M., Abdo E.M. Effect of Natural Antioxidants from Fruit Leaves on the Oxidative Stability of Soybean Oil during Accelerated Storage. *Antioxidants*. 2022; 11(9): 1691. <https://doi.org/10.3390/antiox11091691>
3. Rebezov M. *et al.* Novel techniques for microbiological safety in meat and fish industries. *Applied Sciences*. 2022; 12(1): 319. <https://doi.org/10.3390/app12010319>
4. Dwi Anggono A. *et al.* Fruit preservation packaging technology based on air adjustment packaging method. *Food Science and Technology*. 2022; 42: e29221. <https://doi.org/10.1590/fst.29221>
5. Silva M.M., Lidon F. Food preservatives — An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2016; 28(6): 366–373. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-04-351>
6. Sambu S., Hemaram U., Murugan R., Alsofi A.A. Toxicological and Teratogenic Effect of Various Food Additives: An Updated Review. *BioMed Research International*. 2022; 2022: 6829409. <https://doi.org/10.1155/2022/6829409>
7. Kreindler J.J., Slutsky J., Haddad Z.H. The effect of food colors and sodium benzoate on rat peritoneal mast cells. *Annals of Allergy*. 1980; 44(2): 76–81.

<sup>17</sup> Тараховский Ю.С. и др. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пуццино: Synchrobook. 2013; 310.

8. Агафонова С.В., Байдалинова Л.С. Антиоксидантная активность CO<sub>2</sub>-экстрактов некоторых растений и перспективы их использования в технологии пищевых рыбных жиров. *Вестник Международной академии холода*. 2015; (2): 13–17. <https://www.elibrary.ru/tvrhsh>
9. Leppert B. *et al.* Maternal paraben exposure triggers childhood overweight development. *Nature Communications*. 2020; 11: 561. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14202-1>
10. Зорина О.В. Будущее официальной фитотерапии и фитотерапии в России. *Провизор*. 2010; (6): 27–30.
11. Горбунов И.В., Лукьянов А.А., Быхалова О.Н. Морфологические особенности кубанских дикорастущих форм винограда. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2020; (5): 70–82. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-5-65-70-82>
12. Слонов Л.Х., Слонов Т.Л., Паритов А.Ю., Козьминов С.Г., Гогузиков Т.Х. Интродукция и морфологические особенности облепихи. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2010; 12(1–3): 808–811. <https://www.elibrary.ru/ndxvhr>
13. Иванова Е.В., Сорокопудов В.Н. Морфологические особенности видов рода *Malus* (L.) Mill. при интродукции в условиях Белгородской области. *Современные проблемы науки и образования*. 2014; (3): 630. <https://www.elibrary.ru/syzsvx>
14. Ильченко Г.Н., Березкин Н.Г. Ботанические и морфологические особенности эвгенолсодержащих видов базилика (*Ocimum* L.). *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки*. 2013; (2): 53–62. <https://www.elibrary.ru/rtyikx>
15. Gunjal A. Phytochemical Compounds, their Assays and Detection Methods — A Review. *Vigyan Varta*. 2020; 1(3): 61–71.
16. Петрова С.Н., Кантан А.Д., Яргунова Ю.В. Получение и свойства густых экстрактов листьев черной смородины. *Химия растительного сырья*. 2018; (2): 169–174. <https://doi.org/10.14258/JCPRM.2018021937>
17. Петрова С.Н., Кузнецова А.А. Состав плодов и листьев смородины черной *Ribes Nigrum* (обзор). *Химия растительного сырья*. 2014; (4): 43–50. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20144221>
18. Лудан В.В., Польская Л.В. Роль антиоксидантов в жизнедеятельности организма. *Таврический медико-биологический вестник*. 2019; 22(3): 86–92. <https://www.elibrary.ru/qviyux>
19. Патудин А.В., Терешина Н.С., Мищенко В.С., Ильченко Л.И. Биологически активные вещества гомеопатического лекарственного сырья. Монография. М.: Знак. 2009; 588.
20. Tabart J., Kevers C., Pincemail J., Defraigne J.-O., Dommes J. Antioxidant Capacity of Black Currant Varies with Organ, Season, and Cultivar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006; 54(17): 6271–6276. <https://doi.org/10.1021/jf061112y>
21. Qanash H. *et al.* Anticancer, antioxidant, antiviral and antimicrobial activities of Kei Apple (*Dovyalis caffra*) fruit. *Scientific Reports*. 2022; 12: 5914. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09993-1>
22. Nadeem H.R. *et al.* Toxicity, Antioxidant Activity, and Phytochemicals of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Leaves Cultivated in Southern Punjab, Pakistan. *Foods*. 2022; 11(9): 1239. <https://doi.org/10.3390/foods11091239>
23. Cottaz A., Bouarab L., De Clercq J., Oulahal N., Degraeve P., Joly C. Potential of Incorporation of Antimicrobial Plant Phenolics Into Polyolefin-Based Food Contact Materials to Produce Active Packaging by Melt-Blending: Proof of Concept With Isobutyl-4-Hydroxybenzoate. *Frontiers in Chemistry*. 2019; 7: 148. <https://doi.org/10.3389/fchem.2019.00148>
24. Bitalebi S., Nikoo M., Rahmanifarah K., Noori F., Gavligi H.A. Effect of apple peel extract as natural antioxidant on lipid and protein oxidation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) mince. *International Aquatic Research*. 2019; 11(2): 135–146. <http://doi.org/10.1007/s40071-019-0224-y>
25. Tenore G.C., Campiglia P., Ciampaglia R., Izzo L., Novellino E. Antioxidant and antimicrobial properties of traditional green and purple “Napoletano” basil cultivars (*Ocimum basilicum* L.) from Campania region (Italy). *Natural Product Research*. 2017; 31(17): 2067–2071. <http://doi.org/10.1080/14786419.2016.1269103>
26. Sumathy V.J.H. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Grape Seed Extract. *International Journal of Medicine and Pharmaceutical Research*. 2016; 4(5): 287–292.
27. Михайлова И.В., Филиппова Ю.В., Кузьмичева Н.А., Винокурова Н.В., Иванова Е.В., Воронкова И.П. Смородина черная как перспективный источник полифенольных антиоксидантов. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021; (7-2): 28–32. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.109.7.038>
28. Muthukrishnan S. *et al.* Bioactive Components and Health Potential of Endophytic Micro-Fungal Diversity in Medicinal Plants. *Antibiotics*. 2022; 11(11): 1533. <http://doi.org/10.3390/antibiotics11111533>
29. Sultana S. *et al.* Impacts of nutritive and bioactive compounds on cancer development and therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. <http://doi.org/10.1080/10408398.2022.2062699>
8. Agafonova S.V., Bajdalina L.S. Antioxidant activity of CO<sub>2</sub>-extracts of some plants and prospect of their use in technology of food fish oils. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2015; (2): 13–17 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/tvrhsh>
9. Leppert B. *et al.* Maternal paraben exposure triggers childhood overweight development. *Nature Communications*. 2020; 11: 561. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14202-1>
10. Zorina O.V. The future of official phytotherapy and phytopharmacology in Russia. *Provizor*. 2010; (6): 27–30 (In Russian).
11. Gorbunov I.V., Lukyanov A.A., Bykhalova O.N. Morphological peculiarities of the Kuban wild-growing forms of grapes. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2020; (5): 70–82 (In Russian). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-5-65-70-82>
12. Slonov L.H., Slonov T.L., Paritov A.Yu., Kozminov S.G., Goguzokov T.H. Plant introduction and morphophysiological features of sea-buckthorn berries. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2010; 12(1–3): 808–811 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ndxvhr>
13. Ivanova E.V., Sorokopudov V.N. Morphological features of types of sort *Malus* (L.) Mill. at introduction in conditions of the Belgorod area. *Modern problems of science and education*. 2014; (3): 630 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/syzsvx>
14. Ilchenko G.N., Berezkin N.G. Botanical and morphological features of the eugenol-containing species of basil (*Ocimum* L.). *The Bulletin of the Adyge State University, the series "Natural-Mathematical and Technical Sciences"*. 2013; (2): 53–62 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rtyikx>
15. Gunjal A. Phytochemical Compounds, their Assays and Detection Methods — A Review. *Vigyan Varta*. 2020; 1(3): 61–71.
16. Petrova S.N., Kantan A.D., Yargunova Yu.V. Production and properties of dry extracts of black currane leaves. *Chemistry of Plant Raw Material*. 2018; (2): 169–174 (In Russian). <https://doi.org/10.14258/JCPRM.2018021937>
17. Petrova S.N., Kuznetsova A.A. Composition of fruits and leaves of black currant *Ribes Nigrum* (review). *Chemistry of Plant Raw Material*. 2014; (4): 43–50 (In Russian). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20144221>
18. Ludan V.V., Polskaya L.V. The role of antioxidants in the vital activity. *Tavriskiy mediko-biologicheskiy vestnik*. 2019; 22(3): 86–92 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/qviyux>
19. Patudin A.V., Tereshina N.S., Mishchenko V.S., Ilyenko L.I. Biologically active substances of homeopathic medicinal raw materials. Monograph. Moscow: Znak. 2009; 588 (In Russian).
20. Tabart J., Kevers C., Pincemail J., Defraigne J.-O., Dommes J. Antioxidant Capacity of Black Currant Varies with Organ, Season, and Cultivar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006; 54(17): 6271–6276. <https://doi.org/10.1021/jf061112y>
21. Qanash H. *et al.* Anticancer, antioxidant, antiviral and antimicrobial activities of Kei Apple (*Dovyalis caffra*) fruit. *Scientific Reports*. 2022; 12: 5914. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09993-1>
22. Nadeem H.R. *et al.* Toxicity, Antioxidant Activity, and Phytochemicals of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Leaves Cultivated in Southern Punjab, Pakistan. *Foods*. 2022; 11(9): 1239. <https://doi.org/10.3390/foods11091239>
23. Cottaz A., Bouarab L., De Clercq J., Oulahal N., Degraeve P., Joly C. Potential of Incorporation of Antimicrobial Plant Phenolics Into Polyolefin-Based Food Contact Materials to Produce Active Packaging by Melt-Blending: Proof of Concept With Isobutyl-4-Hydroxybenzoate. *Frontiers in Chemistry*. 2019; 7: 148. <https://doi.org/10.3389/fchem.2019.00148>
24. Bitalebi S., Nikoo M., Rahmanifarah K., Noori F., Gavligi H.A. Effect of apple peel extract as natural antioxidant on lipid and protein oxidation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) mince. *International Aquatic Research*. 2019; 11(2): 135–146. <http://doi.org/10.1007/s40071-019-0224-y>
25. Tenore G.C., Campiglia P., Ciampaglia R., Izzo L., Novellino E. Antioxidant and antimicrobial properties of traditional green and purple “Napoletano” basil cultivars (*Ocimum basilicum* L.) from Campania region (Italy). *Natural Product Research*. 2017; 31(17): 2067–2071. <http://doi.org/10.1080/14786419.2016.1269103>
26. Sumathy V.J.H. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Grape Seed Extract. *International Journal of Medicine and Pharmaceutical Research*. 2016; 4(5): 287–292.
27. Mikhailova I.V., Filippova Yu.V., Kuzmicheva N.A., Vinokurova N.V., Ivanova E.V., Voronkova I.P. Black currant as a prospective source of polyphenol antioxidants. *International Research Journal*. 2021; (7-2): 28–32 (In Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.109.7.038>
28. Muthukrishnan S. *et al.* Bioactive Components and Health Potential of Endophytic Micro-Fungal Diversity in Medicinal Plants. *Antibiotics*. 2022; 11(11): 1533. <http://doi.org/10.3390/antibiotics11111533>
29. Sultana S. *et al.* Impacts of nutritive and bioactive compounds on cancer development and therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. <http://doi.org/10.1080/10408398.2022.2062699>

30. Lahiri D. *et al.* Immobilized enzymes as potent antibiofilm agent. *Biotechnology Progress*. 2022; 38(5): e3281. <http://doi.org/10.1002/btpr.3281>
31. Khan A. *et al.* Anti-anxiety Properties of Selected Medicinal Plants. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2022; 23(8): 1041–1060. <http://doi.org/10.2174/1389201022666210122125131>
32. Bampidis V. *et al.* Safety and efficacy of a feed additive consisting of acetic acid for all animal species. *EFSA Journal*. 2021; 19(6): e06615. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6615>
33. Mera I.F.G., Falconi D.E.G., Córdova V.M. Secondary metabolites in plants: main classes, phytochemical analysis and pharmacological activities. *Bionatura*. 2020; 4(4): 1000–1009. <https://doi.org/10.21931/RB/2019.04.04.11>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Екатерина Сергеевна Орлова,

аспирант,  
Южно-Уральский государственный университет,  
пр-т Ленина, д. 76, Челябинск, 454080, Россия  
[ekaterinaorlova96@inbox.ru](mailto:ekaterinaorlova96@inbox.ru)

##### Собхи Ахмед Азоб Аль-Сухайми,

• PhD, профессор кафедры технологии и организации общественного питания,  
Южно-Уральский государственный университет,  
пр-т Ленина, д. 76, Челябинск, 454080, Россия;  
• PhD, профессор,  
Город научных исследований и технологических приложений,  
Нью-Борг-Эль-Араб, Александрия, 21934, Египет  
[alsukhaimisa@susu.ru](mailto:alsukhaimisa@susu.ru)  
[selsohaimy@srtacity.sci.eg](mailto:selsohaimy@srtacity.sci.eg)  
<https://orcid.org/0000-0002-1657-5162>

##### Максим Борисович Ребезов,

• доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник,  
Федеральный научный центр пищевых систем  
им. В.М. Горбатова Российской академии наук,  
ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия;  
• доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов,  
Уральский государственный аграрный университет,  
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия  
[rebezov@ya.ru](mailto:rebezov@ya.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

30. Lahiri D. *et al.* Immobilized enzymes as potent antibiofilm agent. *Biotechnology Progress*. 2022; 38(5): e3281. <http://doi.org/10.1002/btpr.3281>
31. Khan A. *et al.* Anti-anxiety Properties of Selected Medicinal Plants. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2022; 23(8): 1041–1060. <http://doi.org/10.2174/1389201022666210122125131>
32. Bampidis V. *et al.* Safety and efficacy of a feed additive consisting of acetic acid for all animal species. *EFSA Journal*. 2021; 19(6): e06615. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6615>
33. Mera I.F.G., Falconi D.E.G., Córdova V.M. Secondary metabolites in plants: main classes, phytochemical analysis and pharmacological activities. *Bionatura*. 2020; 4(4): 1000–1009. <https://doi.org/10.21931/RB/2019.04.04.11>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Ekaterina Sergeevna Orlova,

Postgraduate Student,  
South Ural State University,  
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia  
[ekaterinaorlova96@inbox.ru](mailto:ekaterinaorlova96@inbox.ru)

##### Sobhy Ahmed Azab El-Sohaimy,

• PhD, Professor of the Department of Technology and Organization of Public Catering,  
South Ural State University,  
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080 Russia;  
• PhD, Professor,  
City of Scientific Research and Technological Applications,  
New Borg El Arab, Alexandria Governorate, 21934, Egypt  
[alsukhaimisa@susu.ru](mailto:alsukhaimisa@susu.ru)  
[selsohaimy@srtacity.sci.eg](mailto:selsohaimy@srtacity.sci.eg)  
<https://orcid.org/0000-0002-1657-5162>

##### Maksim Borisovich Rebezov,

• Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher,  
V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems  
of the Russian Academy of Sciences,  
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russian Federation;  
• Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department  
of Biotechnology and Food Products,  
Ural State Agrarian University,  
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia  
[rebezov@ya.ru](mailto:rebezov@ya.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>