

УДК 615.322 + 615.074 + 543.062 + 54.384.2 + 54.022 + 615./21/.26

## ОЛИВА ЕВРОПЕЙСКАЯ (*OLEA EUROPAEA* L.): ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВА МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ (ОБЗОР)

© В.Н. Леонова\*, А.Г. Курегян, С.В. Печинский

Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО  
ВолаГМУ, пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357532, Россия, sheryfka@mail.ru

Растительные объекты являются предпочтительным источником биоактивных вторичных метаболитов, поскольку они вызывают мягкое терапевтическое действие, а при выраженной эффективности имеют низкий профиль токсичности. В обзоре обобщены данные литературы за последние 15 лет об оливе европейской (*Olea europaea* L.). Поиск научной литературы, посвященной тематике обзора, был проведен в электронных ресурсах «PubMed» и «Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU». В процессе систематизации полученного материала соблюдался системный подход с применением методов анализа, обобщения, научной индукции и логической аналогии. Оливковое дерево имеет широкий состав первичных метаболитов, включающий белки, липиды, минералы, углеводы и производные этих соединений, а также разнообразный и ценный набор вторичных метаболитов. Наиболее часто встречающимися вторичными метаболитами являются секоиридоиды, тритерпеноиды, флавоноиды, фенолокислоты и фенолоспирты. Данные, представленные в обзоре, показывают перспективность изучения оливы европейской и ее продуктов, поскольку для оливы характерны следующие виды биологической активности: антибактериальная, противовирусная, противоопухолевая, антиоксидантная, гипотензивная, нейро- и гастропротекторная. Представленные в обзоре данные могут быть востребованными для специалистов в области ботаники, фармации, технологии лекарств, фармакологии и медицины. Информация обзора может быть использована при изучении сырья оливы европейской, получении из него индивидуальных биоактивных соединений и для разработки растительных лекарственных препаратов.

**Ключевые слова:** олива европейская, листья, секоиридоиды, флавоноиды, фенолокислоты, олеуропеин, тирозол, гидрокситирозол.

---

**Для цитирования:** Леонова В.Н., Курегян А.Г., Печинский С.В. Олива европейская (*Olea europaea* L.): общая характеристика, биологически активные соединения, перспектива медицинского применения (обзор) // Химия растительного сырья. 2025. №4. С. 5–24. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250416671>.

---

### Введение

Растительная пища, полученные из растений биологически активные добавки к пище и лекарственные средства (ЛС) обладают богатым диапазоном фармакологических эффектов, в частности, антимикробным, антиоксидантным, противовоспалительным, противоопухолевым и др. Растительные объекты являются предпочтительным источником биоактивных вторичных метаболитов, поскольку они вызывают мягкое терапевтическое действие, а при выраженной эффективности имеют низкий профиль токсичности. Данная тенденция привела к тому, что примерно половина всех лицензированных ЛС, зарегистрированных во всем мире в период с 80-х по 2000-е годы, были натуральными продуктами или их полусинтетическими производными. В связи с увеличением темпов экономических затрат на разработку эффективных ЛС во всем мире проводится поиск и получение новых перспективных природных соединений, а также изучение традиционно и давно используемых природных биологически активных соединений (БАС) с целью расширения области их терапевтической значимости. Фармакологами выявлено причинно-следственное отношение между длительным потреблением продуктов питания и напитков, богатых производными полифенолов, и меньшей частотой возникновения социально значимых нозологий, таких как инсульт, сердечно-сосудистые

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

патологии, онкологические заболевания, диабет и многие другие. Полифенольные соединения присутствуют в значительном количестве и в оливе европейской (*Olea europaea* L.), а также в продуктах ее переработки [1, 2].

Олива европейская, или оливковое дерево, – одно из самых культивируемых в мире, по некоторым данным, занимающее площадь около 10 млн га. Олива является единственным видом в роде *Olea*, используемым как пищевой источник, имеет большое историческое и коммерческое значение, особенно в странах Средиземноморья, где в культуру введено около 500 различных сортов оливы. Общеизвестна и широко распространена за пределами Европы средиземноморская диета, важной составляющей которой является обильное потребление фитонутриентов, включая натуральные полифенолы и витамины. Значимо, что в настоящее время не выявлено токсических эффектов, связанных с потреблением продуктов, полученных из оливы. Листья, плоды, масло, семена и кора этого растения с древних времен широко использовались в народной и традиционной медицине народов Средиземноморского региона [1–5].

Как правило, выращивают оливу в Италии, Греции, Испании, Португалии, Турции, Алжире, Тунисе. Глобальное потепление способствует тому, что растение можно культивировать и в более северных регионах, его ареал расширяется, и теперь оливу можно встретить по всему миру, поэтому данное растение представляет интерес и для других стран, например, стран СНГ и Китая. В России также имеется своя сырьевая база в Краснодарском крае и Республике Крым [6–10].

Учитывая геополитическую обстановку и санкционные меры, необходимо развивать собственную, независимую от других стран концепцию и методологию по изучению данного растения, побочных продуктов переработки оливкового масла, а также разрабатывать технологии получения групп БАС и индивидуальных соединений, что создаст перспективы для разработки отечественных растительных препаратов на основе оливы. Для реализации этой задачи необходимо систематизировать уже имеющийся теоретический и практический материал в этой области. Настоящая работа была задумана как первый шаг к разработке подхода к получению и анализу БАС оливы европейской из российского растительного сырья.

Цель настоящего обзора – ретроспективный анализ и систематизация научной информации в области ботанической характеристики, состава и биологической активности БАС оливы европейской.

### **Материалы и методы**

Поиск научной литературы, посвященной тематике обзора и опубликованной за последние 15 лет, был проведен в электронных ресурсах «PubMed» и «Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU». В процессе систематизации полученного материала соблюдался системный подход, с применением академических методов, в частности, анализа, обобщения, научной индукции и логической аналогии.

### **1. Ботаническое описание, морфология, ареал произрастания**

Олива европейская (*Olea europaea* L.) (синонимы: олива культурная, маслина, маслина европейская, олива) относится к семейству *Oleaceae* (Маслиновые), роду *Olea* (Маслина). Согласно актуальной систематике растений [11], встречаются в природе шесть подвидов: *Olea europaea* subsp. *cerasiformis* G. Kunkel and Sunding; *Olea europaea* subsp. *cuspidata* (Wall. and G. Don) Cif.; *Olea europaea* subsp. *europaea*; *Olea europaea* subsp. *guanchica* P. Vargas, J. Hess, Muñoz Garm. and Kadereit; *Olea europaea* subsp. *Iaperrinei* (Batt. and Trab.) Cif.; *Olea europaea* subsp. *maroccana* (Greuter and Burdet) P. Vargas, J. Hess, Muñoz Garm. and Kadereit. Известны различные вариации оливы, например, дикая (*Olea europaea* var. *sylvestris*), культурная (*Olea europaea* var. *europaea*) и др., что связано с длительным периодом ее культивирования, наличием вторично одичавших экземпляров. Благоприятные для оливы территории – это местности со среднегодовой температурой 15–20 °C, растение может выдержать кратковременное понижение температуры до минус 12–18 °C, живет оливковое дерево в среднем 300–400 лет, в благоприятных условиях – до 1000 лет и более [3–6, 8–10].

Растение представляет вечнозеленый кустарник высотой от 1 до 3 м или чаще дерево до 4–5 м, иногда до 10–12 м с раскидистой кроной [12, 13]. Во влажных субтропических районах, где выпадает достаточное количество осадков, старые вековые деревья могут достигать и до 15–20 м в высоту. Стволы оливковых деревьев покрыты корой серого цвета, суковатые, искривленные, в старости обычно дуплистые. Кора молодых растений серебристо-серого цвета с морщинками, со временем она становится толще, трещины углубляются. Ветви узловатые, длинные, у некоторых сортов они пониклые [3].

Листья оливы простые, продолговатые, почти сидячие, кожистые, узколанцетные, цельнокрайные, темно-зеленого цвета с верхней стороны и серовато-серебристые с нижней. Как и у всех вечнозеленых деревьев, полное обновление листового аппарата происходит в течение 2–3 лет. Листья заготавливают в период цветения и сушат в тени на свежем воздухе или в сухих хорошо проветриваемых помещениях [9, 12–17].

Цветочные почки у маслины закладываются, как правило, на побегах текущего года. В зависимости от климата оливковые деревья цветут с конца апреля до начала июля. Душистые цветки белого или беловатого цвета, очень мелкие – ширина до 0.4–0.5 мм и длина около 2–4 мм, с двумя тычинками, обоеполые, венчик четырехмерный, цветки расположены в пазухах листьев в виде метельчатых кистей, соцветие обычно объединяет от 10 до 40 цветков [8–10]. Маслина – перекрестно опыляемое растение, не медоносное и не вырабатывает нектара. С момента опыления цветка, происходящего при помощи ветра и реже насекомых, до полного созревания плода в условиях юга России проходит 105–110 дней [8–10].

Плод оливы – это овальная или яйцевидная костянка темно-фиолетового, почти черного цвета, чаще всего удлинненно-овальной формы, длиной от 0.7 до 4 см и диаметром 1–2 см, с заостренным или тупым носиком, с мясистым околоплодником, содержащим масло. Как и размер, окраска мякоти плода может варьировать в зависимости от сорта оливы или степени зрелости плода, например, либо зеленая, либо черная, либо темно-фиолетовая, часто с интенсивным восковым налетом. В зависимости от сорта мякоть плода составляет от 65 до 90% его общей массы плода. Косточка гладкая, очень прочная, с бороздчатой поверхностью, находится в мякоти плода, содержит одно или два семени. Созревание плодов происходит через 4–5 месяцев после цветения. У растений, выращенных из семян, плодоношение начинается через 8–10 лет, а у вегетативно размноженных – на 4–5 год. Последние начинают плодоносить 1 раз в год или 1 раз в два года, что зависит от сорта. На урожайность также оказывает влияние сорт дерева и условия произрастания. Так, при благоприятных условиях с оливкового дерева собирают первый урожай массой до 40 кг плодов, с возрастом урожайность, как правило, возрастает, например, олива через 10–15 лет дает более 100 кг плодов. Максимальная продуктивность оливкового дерева приходится на возраст после 20 лет. Плоды собирают в период с сентября по декабрь, около 90% урожая используют для получения оливкового масла [3].

Примечательно, что олива в диком виде не встречается, она была введена в культуру в 3–2 тыс. до н.э. в Греции, где масштабно выращивается и по сей день. Впоследствии олива распространилась сначала по всему Средиземноморью, а затем по всему миру. В настоящее время оливковое дерево возделывается во всех средиземноморских странах, в Абхазии, в Грузии, в Азербайджане, в Туркмении, Ираке, Иране, Пакистане, Северной Индии, в Южном Китае, на островах Ява и Реюньон, на Аравийском полуострове, в Перу, Мексике, Калифорнии, Аргентине. Культивируется олива европейская и на Черноморском побережье России, в районе городов Туапсе, Сочи, Геленджик и на Южном берегу Крыма [3, 6, 7].

Так как оливковое дерево является типичным субтропическим растением, то для его нормального роста и развития требуются определенные условия, а именно низкая влажность в летнее время, температура воздуха около 20–35 °С в течение периода вегетации [18]. В течение десяти лет ученые из Института зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева» проводили испытания сортов оливы итальянской и крымской селекции – Кореджиоло, Пьянженте, Леччино, Маурино, Маринелла, Крымская №172 и Никитская I, II и 6. Многие из этих растений, что особенно характерно для сортов из Никитского ботанического сада, обладают высокой урожайностью и ранним вступлением растений в плодоношение. По данным ученых, в трехлетних насаждениях количество плодоносных деревьев у сортов Кореджиоло, Маурино, Никитская I и Крымская №172 составило 51, 65, 69 и 73% соответственно [6, 7, 18].

Как было отмечено выше, олива относится к засухоустойчивым растениям, однако при этом для нормального плодоношения ей необходимо не менее 600–750 мм осадков в течение вегетационного периода. Маслина обладает и высокой морозостойкостью. Так, например, в условиях г. Сочи при температуре минус 14.7 °С у оливковых деревьев пострадали только листья и небольшое количество однолетних побегов. Губительной температурой для маслины является минус 7 °С, критической температурой для маслины – минус 15 °С [19–21]. По наблюдениям ученых РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, наиболее устойчивыми к низким температурам являются сорта Никитская II, Толгомская, Наджвийская, Маринелло, Леччино, Тифлис [22]. На Южном берегу Крыма наиболее приемлемыми оказались сорта Никитского ботанического сада – Никитская I, Никитская II, Крымская №172, а также зарубежный сорт Кореджиоло. В субтропических районах Краснодарского края хорошо себя зарекомендовали также сорта Никитский I и II, из сортов иностранной селекции – Асколано и Кореджиоло. Из нерайонированных, но морозостойких сортов представляют

большую ценность для селекции сорта Рокитская, Чхарская, Леччино, Пьянженте, Маринелло и Маурино. При выращивании на побережье все эти сорта оказались не только морозостойкими, но и урожайными независимо от климатических условий сезона [8–10, 23, 24].

Северной границей культурного ареала маслины является южный берег Крыма [21]. Успешное выращивание маслины на данной территории возможно лишь при правильном подборе сортов и возделывании оливы на территориях так называемых теплых микроучастков. Недооценка этих факторов ранее приводила к имевшимся случаям неудачного культивирования маслины. Для климатических условий г. Сочи наиболее пригодны такие сорта, которые обладают поздними сроками цветения и ранними сроками созревания. Участки под посадку растений выбирают преимущественно на теплых склонах крутизной до 15° с естественными или искусственными ветрозащитными посадками. Благоприятным фактором является то, что к почвам растение неприхотливо, но особо благоприятны для него легкие водо- и воздухопроницаемые почвы, содержащие достаточное количество извести. На постоянное место саженцы предпочтительно высаживать осенью, в октябре – ноябре, поскольку при такой посадке до января включительно происходит рост корневой системы и растения очень легко приживаются [10].

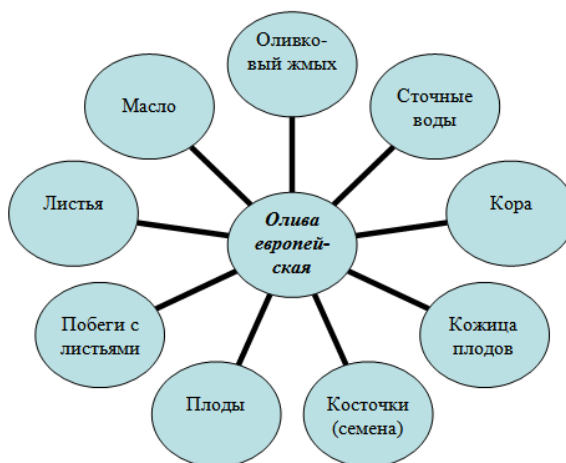
Таким образом, литературные данные свидетельствуют, что в нашей стране имеется перспектива развития собственной, независимой от стран зарубежья сырьевой базы для промышленного возделывания оливы европейской.

Очевидно, что наиболее используемым и востребованным сырьем оливы являются плоды, однако в процессе их выращивания необходимо уделять внимание листьям и побегам оливы, которые при заготовке плодов считаются «отходом производства пловов маслины» [25, 26]. При обрезке деревьев удаляют только старые ветви, так как на них образуется большой процент «дефективных» цветков. Необходима ежегодная обрезка маслины для создания условий нормального роста и развития новых побегов, на которых закладывается урожай, а также для формирования кроны. В ряде стран старые растения после сбора урожая принято подвергать максимально сильной обрезке, подрезая ветви примерно наполовину или на одну треть их длины. Обрезку оливковых деревьев проводят ранней весной, до начала сокодвижения, в большинстве случаев – до середины марта. Полученная в процессе обрезки деревьев масса побегов и листьев является шротом и в основном подвергается утилизации [6, 8, 25–29]. Такой подход крайне нерационален, а во многих европейских странах отдается предпочтение так называемому «безотходному» использованию оливы [26, 29]. Так, в процессе сбора плодов оливы и производства оливкового масла образуется значительное количество побочных продуктов (рис.), в том числе и листья оливы. Последние являются доступным агропромышленным материалом, который используется в основном в качестве корма для животных или энергетической биомассы [26, 27]. В этой связи за последние 10–15 лет научным сообществом ведутся активные поиски новых перспективных направлений использования самого растения, его частей и продуктов переработки (рис.).

Мировое производство оливкового масла первого отжима неуклонно росло в течение последних десятилетий, достигнув свыше 3 млн т в сезон, что делает оливковое дерево шестой по значимости масличной культурой в мире [25, 26, 30]. Растущее производство оливкового масла первого отжима является экономическим благом для многих стран, но в то же время это все привело к образованию огромного количества отходов, так называемых «оливковых отходов», или «побочных продуктов производства оливкового масла» [30]. Несмотря на оптимизацию технологии, сельскохозяйственная промышленность, производящая оливковое масло, ежегодно производит тысячи тонн как твердых отходов (оливковые выжимки или оливковый жмых), так и больших объемов сточных вод, известных как «сточные воды оливкового завода». На количество отходов влияют также используемые технологии экстракции оливкового масла [25–27, 30]. Кроме того, в результате обрезки оливковых деревьев и мытья собранных плодов оливок значительное количество оливковых листьев, примерно 25 кг на обрезанное дерево и 5% от общей массы собранных плодов оливы, тоже накапливается в виде отходов производства [30]. Новые более жесткие экологические нормы, особенно в странах Средиземноморья, где сосредоточено основное производство оливкового масла, являются наиболее важными движущими факторами как в разработке стратегий адекватного управления побочными продуктами оливкового масла, так и в прогрессе в области переработки и повышения ценности отходов этого производства [26, 27, 30, 31].

Одним из таких направлений является восстановление функциональных компонентов или молекул с выраженной биоактивностью для дальнейшего повторного применения, например, в пищевой, медицинской, фармацевтической и косметической отраслях [32–34].

В настоящее время в РФ промышленное выращивание и заготовка плодов оливы не осуществляется, а производство оливкового масла реализуется из импортного сырья. Ученые из Крыма проводят исследования по разработке технологии получения этого продукта из отечественного сырья [10, 35, 36]. Очевидно, что с практической реализацией этих исследований возникнет вопрос утилизации и рационального использования «отходов производства оливкового масла» и в нашей стране. С этой целью необходимо уже сейчас изучить химический состав отходов производства оливкового масла и определить перспективу их использования.



Сырье и продукты переработки оливы европейской

## 2. Биологически активные соединения и перспектива медицинского применения оливы европейской

По данным литературы, химический состав оливы европейской крайне разнообразен и представлен несколькими классами первичных и вторичных метаболитов. Синтезируемые оливой белки, липиды и накапливаемые минералы, аминокислоты, сахара делают ее превосходным источником питания человека и животных. В плодах, листьях и стеблях оливы идентифицированы моно-, ди-, трисахариды, сахарокарбоновые кислоты и спирты, циклические полиолы и производные этих соединений [25, 34, 37–41]. В таблице приведены формулы ключевых представителей классов БАС, идентифицированных в оливе европейской по данным различных авторов. Как уже было описано выше, ведущая роль в биологической активности оливы и продуктов ее переработки принадлежит полифенольным соединениям [37–41].

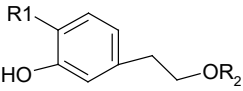
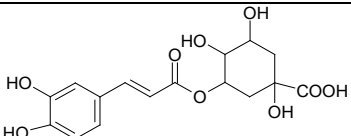
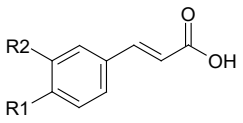
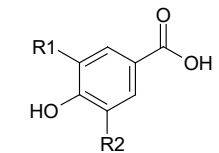
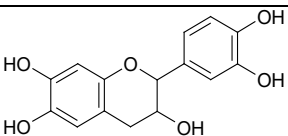
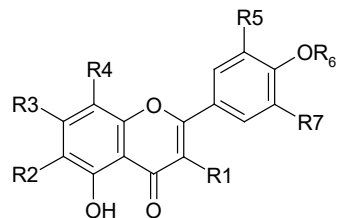
Следует отметить, что фитохимический состав имеет значительную вариабельность в различных частях оливы и продуктах ее переработки.

В первую очередь, исследователей интересует химический состав традиционно используемого сырья оливы – это плодов и продукта их переработки – оливкового масла, т.к. именно они являются одними из основных растительных компонентов в так называемой «средиземноморской диете». Ожидаемо, что и плоды, и оливковое масло имеют сходный химический состав, который представлен тридекановой, миристиновой, пальмитиновой, пальмитолеиновой, маргариновой, гептадеценовой, стеариновой, олеиновой, линолевой, линоленовой, арахидиновой и эйкозеновой кислотами. В этих же объектах были обнаружены  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\delta$ - и  $\gamma$ -токоферолы,  $\beta$ -каротин, изопрен, пент-1-ен-3-он, пентан-3-он, (Z)-гекс-3-енал, (E)-пент-2-енал, гексанал, (E)-гекс-2-енал, транс- $\beta$ -оцимен, 3-этилокт-1,5-диен,  $\alpha$ -копаен. Состав полифенольных соединений плодов оливы и оливкового масла следующий: гидрокситирозол, тирозол, вербаскозид, рутин, ванилиновая, *n*-кумаровая, кофейная, галловая кислоты, эриодиктиол, катехин, нарингенин, кверцетин, лютеолин, апигенин, олеуропеин, олеокантановая, олеацеиновая кислоты, дадзеин, пинорезинол [52–54].

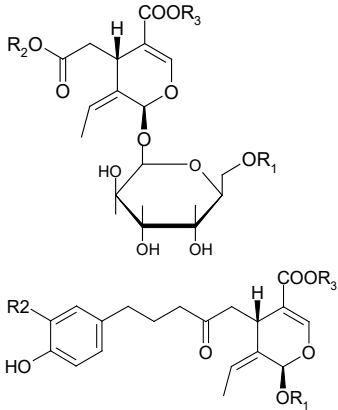
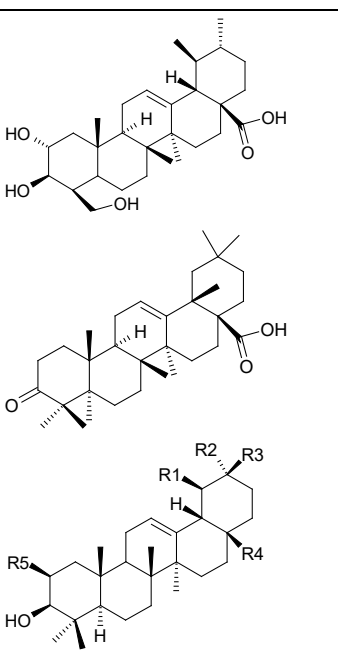
В масле семян оливы методами газовой хроматографии (ГХ), колориметрии, пламенной фотометрии и ВЭЖХ были обнаружены альбумин, глобулин, проламин и глютелин, пальмитолеиновая, олеиновая, эйкозеновая, бегеновая, линоленовая, линолевая, пальмитиновая, стеариновая, эйкозановая, лигноцериновая кислоты, фосфолипид, гликолипид, сфинголипид, ацилстеролгликозид, катионы натрия, калия, магния, кальция [47, 48].

В экстрактах побочных продуктов производства оливкового масла различными вариантами сепарационных методов идентифицированы олеуропеин, олеозид-11-метилэфир, лигстрозид, олеозид, нуженид, нуженид-11-метилолеозид, тирозол, гидрокситирозол, ванилин, ванилиновая, галловая, кофейная, хлорогеновая, *o*-кумаровая кислоты, вербаскозид, рутин, апигенин-7- $\beta$ -D-глюкоза, лютеолин-7- $\beta$ -D-глюкоза, лютеолин, апигенин, секологанозид, олеозид-11-метилэфир, агликон олеуропеина, дигидроолеуропеин, глюкозид олеуропеина, 6'- $\beta$ -гексопиранозилолеозид, олеуропеин, лигстрозид. Показан богатый минеральный состав оливы европейской, представленный катионами алюминия, бария, железа, калия, магния, марганца, цинка, натрия, никеля, кальция, меди [44, 46, 49–51].

## Основные вторичные метаболиты оливы европейской [25, 38–56]

| Общая формула БАС   |                               | Отдельные представители группы БАС |       |                      |          |          |     |      |
|---|-------------------------------|------------------------------------|-------|----------------------|----------|----------|-----|------|
| 1   |                               | 2                                  |       |                      |          |          |     |      |
| Фенолпроизводные спиртов  |                               |                                    |       |                      |          |          |     |      |
|    |                               |                                    |       | R1                   |          | R2       |     |      |
|   | Гидрокситирозол               |                                    |       | -OH                  |          | -H       |     |      |
|   | Тирозол                       |                                    |       | -H                   |          | -H       |     |      |
|   | Гликозид тирозола             |                                    |       | -H                   |          | Глюкозил |     |      |
| Гликозид гидрокситирозола   |                               |                                    | -OH   |                      | Глюкозил |          |     |      |
| Фенолокислоты   |                               |                                    |       |                      |          |          |     |      |
| <br><br> | Хлорогеновая кислота          |                                    |       |                      |          |          |     |      |
|   | Кислоты                       |                                    |       | R1                   |          | R2       |     |      |
|   | феруловая                     |                                    |       | -OCH3                |          | -OH      |     |      |
|   | кофейная                      |                                    |       | -OH                  |          | -OH      |     |      |
|   | n-кумаровая                   |                                    |       | -H                   |          | -OH      |     |      |
|   | коричная                      |                                    |       | -H                   |          | -H       |     |      |
|   | Кислоты                       |                                    |       | R1                   |          | R2       |     |      |
| галловая  |                               |                                    | -OH   |                      | -OH      |          |     |      |
| протокатеховая  |                               |                                    | -H    |                      | -OH      |          |     |      |
| ванилиновая   |                               |                                    | -OCH3 |                      | -H       |          |     |      |
| Флавоноиды  |                               |                                    |       |                      |          |          |     |      |
| <br>   | Катехин                       |                                    |       |                      |          |          |     |      |
|   |                               | R1                                 | R2    | R3                   | R4       | R5       | R6  | R7   |
|   | апигенин                      | -H                                 | -H    | -OH                  | -H       | -H       | -H  | -H   |
|   | апигенин-7-О-рутинозид        | -H                                 | -H    | рутозил              | -H       | -H       | -H  | -H   |
|   | апигенин-7-О-глюкозид         | -H                                 | -H    | глюкозил             | -H       | -OH      | -H  | -H   |
|   | апигенин-7-О-неогесперидозид  | -H                                 | -H    | неогеспе-<br>ридозил | -H       | -H       | -H  | -H   |
|   | кверцетин                     | -OH                                | -H    | -OH                  | -H       | -OH      | -H  | -H   |
|   | кверцетин-3-О-рамнозид        | -OH                                | -H    | рамнозил             | -H       | -OH      | -H  | -H   |
|   | кверцетин-7-О-глюкозид        | глюкозил                           | -H    | -OH                  | -H       | -OH      | -H  | -H   |
|   | таксифолин – дигидрокверцетин | -OH                                | -H    | -OH                  | -H       | -H       | -OH | -OH  |
|   | рутин                         | рутозил                            | -H    | -OH                  | -H       | -OH      | -H  | -H   |
|   | лютеолин                      | -H                                 | -H    | -OH                  | -H       | -OH      | -H  | -H   |
|   | лютеолин-7-О-глюкозид         | глюкозил                           | -H    | -H                   | -H       | -OH      | -H  | -H   |
|   | лютеолин-7-О-рутинозид        | -H                                 | -H    | рутозил              | -H       | -OH      | -H  | -H   |
|   | хризоеиол                     | -H                                 | -H    | -OH                  | -H       | -H       | -H  | -CH3 |
|   | хризоеиол-7-О-глюкозид        | -H                                 | -H    | глюкозил             | -H       | -H       | -H  | -H   |

Окончание таблицы

| 1  | 2   |                  |                        |                        |                |                |
|--|---|------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Секоиридоиды   |   |                  |                        |                        |                |                |
|   | олеозид<br>секологанозид                                  | -H<br>-H         | -CH <sub>3</sub><br>-H | -CH <sub>3</sub><br>-H |                |                |
|  | олеуропеин (в некоторых источниках литературы олеоропеин) | глюкозил         | -OH                    | -CH <sub>3</sub>       |                |                |
|  | Агликон олеуропеина                                       | -H               | -OH                    | -CH <sub>3</sub>       |                |                |
|  | деметиолеуропеин  | глюкозил         | -OH                    | -H                     |                |                |
|  | лигстрозид<br>агликон лигстрозид                          | глюкозил<br>-H   | -H<br>-H               | -CH <sub>3</sub>       |                |                |
| Тритерпеноиды  |   |                  |                        |                        |                |                |
|    | азиатская (азиатиковая) кислоты (asiatic acid)            |                  |                        |                        |                |                |
|  | олеаноловая кислота                                       |                  |                        |                        |                |                |
|  | кислоты:  | R <sub>1</sub>   | R <sub>2</sub>         | R <sub>3</sub>         | R <sub>4</sub> | R <sub>5</sub> |
|  | маслиновая  | -H               | -CH <sub>3</sub>       | -CH <sub>3</sub>       | -COOH          | -OH            |
|  | олеаноловая   | -H               | -CH <sub>3</sub>       | -CH <sub>3</sub>       | -COOH          | -H             |
| урсоловая  | -CH <sub>3</sub>  | -CH <sub>3</sub> | -CH <sub>3</sub>       | -COOH                  | -H             |                |
| Жирные кислоты   |   |                  |                        |                        |                |                |
| - насыщенные:  |   |                  |                        |                        |                |                |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH  | пальмитиновая   |                  |                        |                        |                |                |
| C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH   | стеариновая   |                  |                        |                        |                |                |
| - мононенасыщенные жирные кислоты:   |   |                  |                        |                        |                |                |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH                                  | олеиновая   |                  |                        |                        |                |                |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH                                  | пальмитолеиновая  |                  |                        |                        |                |                |
| - полиненасыщенные жирные кислоты:   |   |                  |                        |                        |                |                |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH | линолевая   |                  |                        |                        |                |                |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> CH=CH) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH                                  | линоленовая   |                  |                        |                        |                |                |

Анализ экстракта, полученного из стеблей оливы, подтвердил присутствие в них гидрокситирозола, тирозола, хлорогеновой и галловой кислот, ванилина, вербаскозида, β-гидроксивербаскозида, кальцеолариозида, эскулетина, кверцетин-3-О-рутинозида, лютеолин-7-О-глюкозида, лютеолин-7-О-рутинозида, хризозериол-7-О-глюкозида, апигенин-7-О-рутинозида, хризозериола, логановой кислоты, логанина, 7-дезоксилановой кислоты, олеуропеина гексозида, ациклодигидроэленоловой кислоты, гидроксиолеуропеина, дигидроолеуропеина [30, 31]. Дополнительно методом ВЭЖХ в экстракте ветвей оливы были выявлены олеуропеин, комселогозид, дигидрокверцетин, гидрокситирозол, вербаскозид; 1-ацетоксипинорезинол, глюкозид эриодиктиол, эритродиол, эскулетин, олеаноловая, урсоловая, маслиновая кислоты [44].

Несмотря на такое разнообразие и традиционных продуктов переработки оливы и отходов этого производства, листья оливы остаются наиболее изучаемым сырьем оливы европейской, поскольку на них приходится максимальная доля в «отходах производства оливкового масла» [57–60]. Основными методами, применяемыми для этих целей, являются ВЭЖХ и ГХ в различных модификациях [61–64]. Следует отметить, что сочетание различных детекторов, вариантов условий хроматографирования позволяет разделить и идентифицировать в листьях оливы максимальный набор БАС, присущий данному растению [65–68]. Среди фенольных соединений оливы в ее листьях идентифицированы гидрокситирозол, тирозол, глюкозид тирозола, гидрокситирозол глюкозид, вербаскозид [49–52]. Из класса фенолокислот и их производных в этом сырье встречаются 3-гидроксibenзойная, *n*-гидроксibenзойная, гидроксифенилуксусная, 4-гидроксibenзойная, галловая, протокатехиновая, хлорогеновая, ванилиновая, феруловая, алициловая, *n*-кумаровая, коричная и сиригиновая кислоты [53–56]. Флавоноидный состав представлен следующими соединениями: катехин, галлокатехин, апигенин, лютеолин, рутин, дигидрокверцетин, гесперетин, кверцетин, диосметин, аромадендрин, кемпферол, эриодиктиол, гиперозид, кверцетин 7-О-глюкозид, кверцетин 3-О-рамнозид, лютеолин-7-О-глюкозид, лютеолин 7-О-рутинозид, апигенин-7-О-глюкозид, апигенин-7-О-неогесперидозид [69–71]. Из БАС, производных секоиридоидов, в листьях оливы найдены лигстрозид и его агликон, олеуропеин и его агликон, секологанозид, логанозид, еленоловая кислота, олеацеин, метоксиолеуропеин, деметил-олеуропеин, гидроксioлеуропеин. Помимо этих БАС в листьях маслины встречаются лигнаны (сирингарезинол, пинорезинол, ацетоксипинорезинол), тритерпеноиды (урсоловая, маслиновая, олеаноловая, азиатская, коросоловая, олеаноновая кислоты) [61–63].

Интересен состав эфирного масла листьев оливы, так как с технологической точки зрения его можно в дальнейшем использовать для получения фармацевтических препаратов. Поскольку эфирное масло получено методом дистилляции с водяным паром, то его проанализировали методом ГХ и подтвердили наличие в нем следующих соединений:  $\alpha$ -пинена,  $\alpha$ -туйена,  $\beta$ -туйона, мирцена,  $\alpha$ -ионона, (Е)- $\beta$ -дамасцена, эфиров линалил ацетата и эндофенхил ацетата, линалоола, борнеола, терпинен-4-ола,  $\alpha$ - и  $\beta$ -копаена,  $\beta$ -элемена, трикозана, тетракозана, пентакозана, гептакозана, гексакозана, хенейкозана, докозана,  $\alpha$ - и  $\beta$ -кубубена,  $\beta$ -кариофиллена, (Z)- $\beta$ -фарнезена,  $\alpha$ -гумулена, гермакрена Д,  $\beta$ -бисаболена,  $\delta$ -кадинена, оксида кариофиллена,  $\alpha$ -кадинола, спатуленола, эвгенола, миристицина, *n*-деканола, *n*-додеканола, гексадекановой и олеиновой кислот [62, 63].

Таким образом, представив практически полный перечень БАС оливы европейской с учетом их идентификации в ее различном сырье, из этого материала можно сделать вывод о крайне разнообразном составе БАВ этого растения и выявить несколько важных особенностей.

Для оливы европейской характерно наличие такой группы фенольных соединений, как секоиридоиды и секоиридоидные гликозиды, которые встречаются во всех частях данного растения, а доминантным их представителем является олеуропеин [46, 55, 72]. В связи с присутствием олеуропеина во всех частях оливы он может быть использован как референтное соединение при стандартизации как самого растения, так и его экстрактов, представляющих большой медицинский интерес [16, 17].

Наблюдается большая заинтересованность фармакологов к сесквитерпенам эфирного масла оливы из-за способности оказывать противоопухолевое действие [73].

В связи с широким спектром БАС ветвей, стеблей и листьев оливы, считающихся ранее лишь побочными продуктами переработки оливкового масла, они привлекли серьезное внимание ученых и могут изучаться как богатый биоактивными соединениями сырьевой источник гораздо глубже как фитохимически, так и в медицинском плане [74, 75].

Вызывают немаловажный интерес научного сообщества также семена оливы из-за огромного множества содержащихся в них первичных метаболитов, а важным отличительным свойством масла семян маслины является присутствие полярных жирных липидов. По данным некоторых ученых, оно может содержать более 90 видов липидов и до 10 классов полярных липидов. Значительную роль среди всех липидов играют последние, среди которых фосфолипиды, гликолипиды, ацилстеролгликозиды и сфинголипиды, а их отличительной особенностью является то, что в них значительно большее содержание полиненасыщенных жирных кислот, чем насыщенных [76]. Согласно литературным данным, исследования липидного состава масла семян оказались интересны не только научному, медицинскому сообществу, но и косметической и пищевой промышленности из-за их ценных питательных свойств [77]. Кроме того, примечательным является то, что только в семенах данного растения встречаются уникальные фенольные соединения из подкласса секоиридоидов – нуженид



и его производные, обладающие значительной биологической активностью и открывающие дальнейшие перспективы для изучения с целью применения в медицине [78].

### 3. Перспектива медицинского применения оливы европейской

Богатый фитохимический состав всех частей оливы европейской свидетельствует о многовекторности перспектив ее биологической активности и, соответственно, возможностей медицинского использования. Олива издревле находила применение в народной медицине [25, 79]. В настоящее время она является фармакопейным растением в Китае, Европе и США [16, 17, 79]. В процессе систематизации литературных данных по вопросу перспективы медицинского применения оливы европейской нами определено, что исследованию подвергаются и отдельные индивидуальные соединения, выделенные из различных частей растения, и группы БАС, и различные экстракты, полученные из частей оливы. Мы посчитали рациональным систематизировать эти данные по выявленным видам активности.

Согласно опубликованным данным, олеуропеин и гидрокситирозол, деметилолеуропеин, олеаноловая кислота, выделенные из листьев оливы, а также водный и спиртовой экстракты листьев оливы оказывали противодиабетическое действие [1, 3, 25].

Значительное число публикаций посвящено противоопухолевой активности оливы и перспективе ее использования как сырья для получения БАС с этим ценным видом активности [80–83]. Так, маслиновая кислота, фенольный экстракт оливкового масла первого отжима и эритродиол проявляли дозозависимую активность на клетки рака толстой кишки и аденокарциномы человека соответственно. Гидрокситирозол показал лучшую противоопухолевую активность в отношении линии моноцитoidных клеток человека. Высокая активность на лейкозные клетки человека выявлена при применении метанольного экстракта листьев оливы. Также высокоэффективно влияли на рак молочной железы человека эритродиол, уваол, олеаноловая и маслиновая кислоты. Выраженный противоопухолевый эффект проявляла олеаноловая кислота при лечении рака печени человека. Водный и метанольный экстракты листьев оказывали отчетливый эффект при таких заболеваниях, как аденокарцинома молочной железы человека, карцинома мочевого пузыря человека, положительный эффект наблюдался и в отношении клеток эндотелия капилляров головного мозга крупного рогатого скота. При раке желудка, молочной железы, легких и толстой кишки показал свою эффективность водный экстракт листьев оливкового дерева. Опубликованы данные о противоопухолевой активности олеуропеина при карциноме шейки матки человека. Обнаружено, что оливковое масло может значительно снизить риск возникновения рака желудка. Присутствующий в оливковом масле первого отжима полифенол олеацеин оказывал эффективное противоопухолевое действие на клетки меланомы человека [1, 3, 25, 84–86].

Еще одним значимым видом активности оливы и ее продуктов является антиоксидантная. Доказано, что самая высокая антиоксидантная активность была у мякоти оливы и у экстрактов листьев. Высокоэффективными антиоксидантами оказались суммарные экстракты листьев, плодов и семян, а также олеуропеин, гидрокситирозол и тирозол. По мнению ученых, чуть меньшее действие оказывали следующие продукты: настой из листьев оливы; плоды оливы; суммарно плоды и листья; водный, спиртовой и спирто-водный экстракты листьев оливы; фенольные соединения, выделенные при гидротермальной обработке в ходе обрезки оливкового дерева; фенольные соединения из сточных вод завода по производству оливкового масла; маслиновая кислота; оливковое масло и фенольные соединения оливы. При повреждении эритроцитов выраженный антиоксидантный эффект был доказан у агликонов олеуропеина, моноальдегида и диальдегида 3,4-дигидроксифенилэтанолэленоловой кислоты [1, 3, 25].

Летучие фракции листьев оливы, а также водные растворы плодов оливы оказывали антибактериальное и противогрибковое действия. Необходимо отметить, что крайне выраженными противомикробными дозозависимыми эффектами обладали экстракты листьев. Показано, что наиболее эффективным соединением листьев оливы был признан олеуропеин, а также олеакантал и олеацеин. Противомикробная активность широкого спектра действия была выявлена у длинных цепочек  $\alpha$ -,  $\beta$ -ненасыщенных альдегидов из плодов оливы. По данным литературы установлено, что отходы производства оливкового масла имели противомикробные свойства. Выраженными антибактериальными свойствами обладал ацетоновый экстракт листьев оливы в сочетании с олеуропеином. При этом лучшим противогрибковым средством был признан водный экстракт листьев. Ряд ученых считают, что более мощный, чем у олеуропеина, противомикробный эффект у диальдегидной формы декарбоксиметилэленоловой кислоты. Противогрибковое действие, за исключением *Candida spp.*, было замечено у алифатических альдегидов из плодов оливы. Исследователями сделан вывод, что

комбинированные фенольные соединения оливкового масла обладают значительно более высоким противомикробным действием, чем изолированные индивидуальные фенольные производные [1, 3, 25].

В настоящее время перспективным для исследований и разработки лекарственных средств видом активности признана противовирусная. Показано, что очищенные секоиридоиды ингибируют несколько вирусов. Так, к примеру, олеуропеин продемонстрировал противовирусную активность в отношении респираторных вирусов, парагриппа третьего типа, а в последнее время доказано, что секоиридоиды оливы являются ингибиторами проникновения и репликации SARS-CoV-2 и связанной с этим гиперинфекционной реакции [87].

У олеокантала, присутствующего в оливковом масле первого отжима, замечена противовоспалительная активность, сходная с синтетическим противовоспалительным препаратом ибупрофеном. В опытах на мышцах доказана противовоспалительная активность и обезболивающий эффект у экстракта листьев оливы. Противовоспалительное действие на животных продемонстрировали *n*-гексановый экстракт плодов оливы и эфирное масло листьев оливы. В опытах других ученых показано, что маслиновая кислота обладала даже более сильным противовоспалительным эффектом, чем оливковое масло [1, 3, 25]. Доказано, что присутствующая в листьях оливы урсоловая кислота обладала противовоспалительным эффектом. Водные и метанольные экстракты обезжиренных плодов оливы проявляли выраженную анальгетическую активность [1, 3, 25, 88, 89].

Социально значимыми во всем мире являются патологии сердечно-сосудистой системы, и в этом контексте олива европейская является перспективным источником БАС. Например, доказано, что тритерпеноиды уваол и олеаноловая кислота оказывали дозозависимое кардиотоническое действие в эксперименте. Экстракты и настои листьев оливы проявили антигипертензивный эффект. Такое действие было связано с присутствующими в сушеных листьях олеаноловой и урсоловой кислотами. Последние предотвращали гипертонию и атеросклероз, а также улучшали резистентность к инсулину у подопытных крыс. Клинические испытания подтвердили, что у пациентов с артериальной гипертензией, принимающих водный экстракт листьев оливы, было отмечено значительное снижение артериального давления без каких-либо побочных эффектов. В другом исследовании было установлено дозозависимое снижение артериального давления и уровня холестерина при приеме экстракта листьев. Анализ клинических данных показал, что употребление оливкового масла, например при средиземноморской диете, может значительно снизить риск инсульта, сердечных приступов и других сердечно-сосудистых заболеваний [1, 3, 25].

Интересным является исследование, доказывающее значительную гастропротекторную активность экстракта листьев оливы. Защитный эффект был сходным с ранитидином, что предположительно связано с антиоксидантами, в частности, с кверцетином. Экстракт из плодов оливы также показал гастропротекторную активность, близкую к кверцетину – одному из наиболее изученных флавоноидов с противоязвенными свойствами. Водный экстракт сушеных листьев и мякоть плодов оливы проявляли противоязвенный эффект и гепатопротекторную активность в исследованиях на мышцах, соответственно [1, 3, 25, 90].

Выделенная из листьев оливы маслиновая кислота проявляла значительную дозозависимую нейропротекторную активность, а также способствовала выживаемости нейронов. Показано, что маслиновая кислота ослабляет повреждение нейронов коры головного мозга. Эти положительные особенности позволяют считать, что данный тритерпеноид может быть интересен как один из ведущих природных нейропротекторных соединений. Экстракт листьев оливы был исследован при диабетической невропатической боли и показал свою эффективность. При ишемически-реперфузионном повреждении головного мозга животных экстракт листьев оливы уменьшал объем инфаркта, проницаемость гематоэнцефалического барьера, отек мозга и улучшал неврологические показатели. Выделенный из оливы олеуропеин оказался эффективен при болезни Альцгеймера. Экстракт листьев оливы и его основной компонент олеуропеин оказывали благотворное влияние при лечении болезни Паркинсона, в частности, происходило уменьшение повреждения клеток и снижение биохимических маркеров клеточной гибели дофаминергических нейронов мозга. Также нейропротекторной активностью обладали олеакантал, агликон олеуропеина, гидрокситирозол, и они успешно прошли испытания при лечении болезней Альцгеймера и Паркинсона. Нейропротекторными эффектами обладали также олеацеин и лигестрозид. Учеными отмечено, что оливковое масло первого отжима снижает гипоксию головного мозга крыс [1, 3, 25, 91–94].

Экстракт листьев оливы обладал диуретической активностью. Водный экстракт листьев оливы проявлял ранозаживляющее действие [25]. Присутствующие в отходах оливкового масла соединения

диальдегид 3,4-дигидроксифенилэтанол-эленоловой кислоты, гидрокситирозол и еленоловая кислота обладали противоаллергическими свойствами и доказано, что у первого компонента этот эффект был выше [95]. В опытах на мышах показано, что олеуропеин экстракта листьев оливы обладал гипополипидемическим действием [25, 96, 97].

Сухой экстракт листьев оливы и выделенные из него девять соединений оказывали ингибирующее действие на ксантиноксидазу, вызывающую подагру. Показано, что присутствующий в сухом экстракте апигенин продемонстрировал наибольшую ингибирующую активность в отношении этого фермента. Кроме того, олеуропеин, кофейная кислота, лютеолин-7-O- $\beta$ -D-глюкозид и лютеолин также внесли значительный вклад в ингибирование фермента. Водный экстракт свежих ветвей оливы ингибировал активность ферментов пептидазы и гликозидазы, которые вырабатываются бактериями, вызывающими парадонтит. Выделенный из водного экстракта листьев оливы олеацеин оказывал значительное ингибирующее действие в отношении ангиотензинпревращающего фермента. Придающие определенный аромат оливковому маслу соединения  $\alpha$ -,  $\beta$ -ненасыщенные альдегиды ингибируют фермент тирозиназу, ответственный за каталитическое окисление L-3,4-дигидроксифенилаланина (L-ДОФА) [1, 3, 25, 97].

Необходимо отметить, что токсикологические исследования на животных не выявили значительной токсичности у оливы и продуктов ее переработки [1, 3, 25].

### **Заключение**

Оливковое дерево, его масло, плоды и так называемые отходы производства оливкового масла являются ценными источниками биоактивных соединений, которые можно избирательно получать из этих объектов, тем самым повторно использовать эти «отходы» для промышленных целей. Эти принципы лежат в основе экономики замкнутого цикла, модели экономики, в которой побочные продукты являются не отходами, а ресурсами, которые необходимо повысить и использовать повторно.

Анализ фитохимического состава показал, что олива европейская содержит целый комплекс БАС, включающий секоиридоиды, терпеноиды, флавоноиды и другие классы ценных химических соединений. Биоактивные вещества оливы могут оказывать антиоксидантное, противовоспалительное, антибактериальное, противогрибковое, противодиабетическое, противоопухолевое действия. Некоторые фармакологические эффекты доказаны лишь на моделях животных, поэтому необходимы более глубокие и тщательные фармакологические исследования и самого растения, и его экстрактов, и выделенных индивидуальных БАС. Также, несмотря на обширные фитохимические исследования масла оливы, остаются многие вопросы в области изучения ресурсов и побочных продуктов производства оливкового масла, а также частей оливкового дерева, например, листьев, стеблей, коры и т.д.

Необходимы исследования по выделению ценных индивидуальных БАС из оливы, модернизация уже имеющихся методик получения веществ из сырья с заменой токсичных органических экстрагентов на «зеленые». Также необходимы не только идентификация, но и разработка способов и методик количественного химического и физико-химического анализа первичных и вторичных метаболитов во всех частях самого растения, отходах производства масла, а также в биологических объектах (моче, крови и т.д.), чтобы выявить зависимость между содержанием БАС и фармакологической активностью. Все это будет способствовать разработке и стандартизации растительных лекарственных препаратов оливы с ценными терапевтическими свойствами.

#### **Финансирование**

*Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Пятигорского медико-фармацевтического института. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.*

#### **Конфликт интересов**

*Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.*

#### **Открытый доступ**

*Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.*

## Список литературы

1. Simone F., Mattioli R., Daniel D.R., Luciana M., Marisa D.P., Rosa S. *Olea europaea* L. – derived secoiridoids: Beneficial health effects and potential therapeutic approaches // Pharmacol. Ther. 2024. Vol. 254. 108595. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2024.108595>.
2. Rosati A., Lodolini E.M., Famiani F. From flower to fruit: fruit growth and development in olive (*Olea europaea* L.) – a review // Front Plant Sci. 2023. Vol. 13, no. 14. 1276178. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1276178>.
3. Elhrech H., Aguerd O., Kourchi C.E., Gallo M., Naviglio D., Chamkhi I., Bouyahya A. Comprehensive Review of *Olea europaea*: A Holistic Exploration into Its Botanical Marvels, Phytochemical Riches, Therapeutic Potentials, and Safety Profile // Biomolecules. 2024. Vol. 14(6). 722. <https://doi.org/10.3390/biom14060722>.
4. Vogel P., Machado K.I., Garavaglia J., Zani V.T., Souza D., Bosco M.D. Polyphenols benefits of olive leaf (*Olea europaea* L.) to human health // Nutr Hosp. 2014. Vol. 31(3). Pp. 1427–1433. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.3.8400>.
5. Rufino-Palomares E.E., Pérez-Jiménez A., García-Salguero L., Mokhtari K., Reyes-Zurita F.J., Peragón-Sánchez J., Lupiáñez J.A. Nutraceutical Role of Polyphenols and Triterpenes Present in the Extracts of Fruits and Leaves of *Olea europaea* as Antioxidants, Anti-Infectives and Anticancer Agents on Healthy Growth // Molecules. 2022. Vol. 27(7). 2341. <https://doi.org/10.3390/molecules27072341>.
6. Krishnappa S., Karthik Y., Pratap G.K., Shantaram M., Umarajashekhara A., Soumya J., Bhatt B., Sayed S.M., Alhelaify S.S., Ahorthy O.M., Mushtaq M. Exploration of bioactive compounds from *Olea dioica* in Western Ghats of Karnataka using GC-MS // 3 Biotech. 2024. Vol. 14(3). 63. <https://doi.org/10.1007/s13205-023-03888-2>.
7. Olmo-García L., Bajoub A., Benlamma S., Hurtado-Fernández E., Bagur-González M., Chigr M., Carrasco-Pan-corbo A. Establishing the Phenolic Composition of *Olea europaea* L. Leaves from Cultivars Grown in Morocco as a Crucial Step Towards Their Subsequent Exploitation // Molecules. 2018. Vol. 23(10). 2524. <https://doi.org/10.3390/molecules23102524>.
8. Асадов Г.Г., Багирова С.Б., Кулиев Ф.А., Бабаев М.И. Климатические особенности показателей фотосинтеза в листьях некоторых вечнозеленых растений Апшеронского полуострова // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8, №7. С. 55–62. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/06>.
9. Наумцев Ю.В., Макаренко Г.И., Чугаев М.А. Новая оранжерея ботанического сада тверского государственного университета «Зеленый дом». Создание и новые подходы к экспонированию растений // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. 2019. №7. С. 3–17.
10. Цюпка С.Ю. Выращивание посадочного материала *Olea europaea* L. // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 144-2. С. 100–105.
11. *Olea europaea* L. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gbif.org/species/5415040>.
12. Коллекция растений ЦСБС СО РАН – *Olea europaea* L. – Олива европейская. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.csbg.nsc.ru/catalog/>.
13. Маслина европейская. [Электронный ресурс]. URL: <https://nikitasad.ru/derevya-ot-a-do-ya/maslina-evropejskaya/?ysclid=mc6bkkwj55524461037>.
14. Решение совета Евразийской экономической комиссии об утверждении правил надлежащей практики выращивания, сбора, обработки и хранения исходного сырья растительного происхождения от 26 января 2018 г. №15. [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=308914>.
15. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ №916 «Правила организации производства и контроля качества лекарственных средств». Приложение №7 (14 июня 2013 г.) Производство лекарственных растительных препаратов. 2013. С. 128–131. [Электронный ресурс]. URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-minpromtorga-rossii-ot-14062013-n-916/pravila-nadlezhazhashchei-proizvodstvennoi-praktiki/prilozhenie-n-7/>.
16. European pharmacopoeia 10.0. France, 2019. Vol. 3. Pp. 1557–1559. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.webofpharma.com/2021/03/ep-10-european-pharmacopoeia-10th.html>.
17. United States Pharmacopoeia 43 NF 38. 2020. [Электронный ресурс]. URL: [https://online.uspnf.com/uspnf/document/1\\_GUID-9A3B3F87-CF7E-4722-94CC-C5D343BDF64C\\_1\\_en-US](https://online.uspnf.com/uspnf/document/1_GUID-9A3B3F87-CF7E-4722-94CC-C5D343BDF64C_1_en-US).
18. Мязина Л.Ф., Губанова Т.Б. Влияние некоторых климатических факторов на урожайность маслины европейской (*Olea europaea* L.) // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2018. №128. С. 136–142. <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.128.2018.18>.
19. Губанова Т.Б., Браилко В.А., Мязина Л.Ф. Зимостойкость некоторых видов семейства Oleaceae в коллекции Никитского ботанического сада // Hortus bot. 2018. Т. 13. С. 250–259. <https://doi.org/10.15393/j4.art.2018.5784>.
20. Палий А.Е. Биохимические аспекты морозостойкости маслины европейской (*Olea europaea* L.) на Южном берегу Крыма // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. №57(1). С. 83–92. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-57-83-92>.
21. Палий А.Е. Изменение активности полифенолоксидазы в листьях маслины европейской в холодный период на Южном берегу Крыма // Бюллетень ГНБС. 2020. Т. 135. С. 66–71. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-135-66-71>.
22. Ксенофонтowa Д.В., Первицкая Л.В. Биоэкологический потенциал маслины, перспективы сохранения ее генофонда в России // Субтропическое и южное садоводство в России. 2009. №42-2. С. 379–391.
23. Губанова Т.Б. Устойчивость сортов и форм маслины европейской (*Olea europaea* L.) к неблагоприятным зимним условиям на Южном берегу Крыма // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. №57(1). С. 32–41. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-57-32-41>.

24. Губанова Т.Б., Палий А.Е. Физиолого-биохимические аспекты морозостойкости *Olea europaea* L. // Физиология растений. 2020. Т. 67, №4. С. 428–437.
25. Muhammad A.H., Afsar K., Muhammad H., Umar F., Shagufta P. Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of *Olea europaea* (Olive) // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2015. Article 541591. <https://doi.org/10.1155/2015/541591>.
26. Zhang C., Xin X., Zhang J., Zhu S., Niu E., Zhou Z., Liu D. Comparative Evaluation of the Phytochemical Profiles and Antioxidant Potentials of Olive Leaves from 32 Cultivars Grown in China // Molecules. 2022. Vol. 27(4). 1292. <https://doi.org/10.3390/molecules27041292>.
27. Orak H.H., Krama'c M., Amarowicz R., Orak A., Penkacik K. Genotype-Related Differences in the Phenolic Compound Profile and Antioxidant Activity of Extracts from Olive (*Olea europaea* L.) Leaves // Molecules. 2019. Vol. 24. 1130. <https://doi.org/10.3390/molecules24061130>.
28. Kostelenos G., Kiritsakis A. Olive tree history and evolution // Olives and Olive Oil as Functional Foods: Bioactivity, Chemistry and Processing. Oxford: Wiley, 2017.
29. Dermeche S., Nadour M., Larroche C., Mouliti-Mati F., Michaud P. Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies // Process Biochemistry. 2013. Vol. 48(10). Pp. 1532–1552. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2013.07.010>.
30. Nunes M.A., Pimentel F.B., Costa A.S.G., Alves R.C., Oliveira M.B.P.P. Olive by-products for functional and food applications: Challenging opportunities to face environmental constraints // Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2016. Vol. 35. Pp. 139–148.
31. Şahin S., Bilgin M. Olive tree (*Olea europaea* L.) leaf as a waste by-product of table olive and olive oil industry: a review // J. Sci. Food Agric. 2018. Vol. 98(4). Pp. 1271–1279. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8619>.
32. Skaltsounis A.L., Argyropoulou A., Aligiannis N., Xynos N. Recovery of high added value compounds from olive tree products and olive processing byproducts // Olive and Olive Oil Bioactive Constituents. Urbana, 2015. Pp. 333–356.
33. Roselló-Soto E., Koubaa M., Moubarik A., Lopes R.P., Saraiva J.A., Boussetta N., Barba F.J. Emerging opportunities for the effective valorization of wastes and by-products generated during olive oil production process: Non-conventional methods for the recovery of high-added value compounds // Trends in Food Science & Technology. 2015. Vol. 45(2). Pp. 296–310. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.003>.
34. Gandul-Rojas B., Gallardo-Guerrero L. Pigment changes during preservation of green table olive specialties treated with alkali and without fermentation: Effect of thermal treatments and storage conditions // Food Res. Int. 2018. Vol. 108. Pp. 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.022>.
35. Крымские ученые усовершенствовали процесс производства оливкового масла. [Электронный ресурс]. URL: <https://национальныепроекты.рф/news/krymskie-uchenye-usovershenstvovali-protsess-proizvodstva-olivkovogo-masla/>.
36. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В., Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Опанасенко Н.Е., Митрофанова И.В., Комар-Темная Л.Д., Хохлов С.Ю., Балыкина Е.Б. Программа развития садоводства Республики Крым до 2025 г. 2022. 39 с.
37. Elayeb R., Bermúdez-Oria A., Lazreg Aref H., Majdoub H., Ritzoulis C., Mannu A., Le Cerf D., Carraro M., Achour S., Fernández-Bolaños J., Trigui M. Antioxidant polysaccharide-enriched fractions obtained from olive leaves by ultrasound-assisted extraction with  $\alpha$ -amylase inhibition, and antiproliferative activities // 3 Biotech. 2024. Vol. 14(3). 92. <https://doi.org/10.1007/s13205-024-03939-2>.
38. Bermúdez-Oria A., Rodríguez-Juan E., Rodríguez-Gutiérrez G., Fernández-Prior Á., Fernández-Bolaños J. Effect of the Olive Oil Extraction Process on the Formation of Complex Pectin-Polyphenols and Their Antioxidant and Antiproliferative Activities // Antioxidants. 2021. Vol. 10(12). 1858. <https://doi.org/10.3390/antiox10121858>.
39. Dias M.C., Pinto D., Freitas H., Santos C., Silva A. The antioxidant system in *Olea europaea* to enhanced UV-B radiation also depends on flavonoids and secoiridoids // Phytochemistry. 2020. Vol. 170. 112199. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2019.112199>.
40. Dias M.C., Pinto D., Figueiredo C., Santos C., Silva A. Phenolic and lipophilic metabolite adjustments in *Olea europaea* (olive) trees during drought stress and recovery // Phytochemistry. 2021. Vol. 185. 112695. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.112695>.
41. Kabbash E.M., Ayoub I.M., Gad H.A., Abdel-Shakour Z.T., El-Ahmady S.H. Quality assessment of leaf extracts of 12 olive cultivars and impact of seasonal variation based on UV spectroscopy and phytochemical content using multivariate analyses // Phytochem. Anal. 2021. Vol. 32(6). Pp. 932–941. <https://doi.org/10.1002/pca.3036>.
42. Kabbash E.M., Abdel-Shakour Z.T., El-Ahmady S.H., Wink M., Ayoub I.M. Comparative metabolic profiling of olive leaf extracts from twelve different cultivars collected in both fruiting and flowering seasons // Sci. Rep. 2023. Vol. 13(1). 612. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27119-5>.
43. Bermúdez-Oria A., Castejón M.L., Rubio-Senent F., Fernández-Prior Á., Rodríguez-Gutiérrez G., Fernández-Bolaños J. Isolation and structural determination of cis- and trans-p-coumaroyl-secologanoside (comselogoside) from olive oil waste (alperujo). Photoisomerization with ultraviolet irradiation and antioxidant activities // Food Chem. 2024. Vol. 432. 137233. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137233>.
44. Xie P., Cecchi L., Bellumori M., Balli D., Giovannelli L., Huang L., Mulinacci N. Phenolic Compounds and Triterpenes in Different Olive Tissues and Olive Oil By-Products, and Cytotoxicity on Human Colorectal Cancer Cells: The Case of Frantoio, Moraiolo and Leccino Cultivars (*Olea europaea* L.) // Foods. 2021. Vol. 10. 2823. <https://doi.org/10.3390/foods10112823>.

45. Ammar S., Contreras M.d.M., Gargouri B., Segura-Carretero A., Bouaziz M. RP-HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS based metabolic profiling of the potential *Olea europaea* by-product "wood" and its comparison with leaf counterpart // *Phytochem. Anal.* 2017. Vol. 28. Pp. 217–229. <https://doi.org/10.1002/pca.2664>.
46. Khelif I., Jellali K., Michel T., Halabalaki M., Skaltsounis A.L., Allouche N. Characteristics, Phytochemical Analysis and Biological Activities of Extracts from Tunisian Chetoui *Olea europaea* Variety // *J. Chem.* 2015. Vol. 2015. e418731. <https://doi.org/10.1155/2015/418731>.
47. Hannachi H., Elfalleh W., Laajel M., Ennajeh I., Mechlouch R.F., Nagaz K. Chemical Profiles and Antioxidant Activities of Leaf, Pulp, and Stone of Cultivated and Wild Olive Trees (*Olea europaea* L.) // *Int. J. Fruit Sci.* 2020. Vol. 20. Pp. 350–370. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1644574>.
48. Alves E., Rey F., Melo T., Barros M.P., Domingues P., Domingues R. Bioprospecting Bioactive Polar Lipids from Olive (*Olea europaea* cv. *Galega vulgar*) Fruit Seeds: LC-HR-MS/MS Fingerprinting and Sub-Geographic Comparison // *Foods*. 2022. Vol. 11. 951. <https://doi.org/10.3390/foods11070951>.
49. Cecchi L., Piazzini V., D'Ambrosio M., Luceri C., Rocco F., Innocenti M., Vanti G., Mulinacci N., Bergonzi M.C. Formulation of a Phenol-Rich Extract from Unripe Olives (*Olea europaea* L.) in Microemulsion to Improve Its Solubility and Intestinal Permeability // *Molecules*. 2020. Vol. 25. 3198. <https://doi.org/10.3390/molecules25143198>.
50. Fernández-Poyatos M.P., Ruiz-Medina A., Llorent-Martínez E.J. Phytochemical profile and mineral content of Royal variety olive fruits. Influence of the ripening stage // *J. Food Compos. Anal.* 2021. Vol. 95. 103671. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103671>.
51. Xie P., Huang L., Zhang C., Zhang Y. Phenolic compositions, and antioxidant performance of olive leaf and fruit (*Olea europaea* L.) extracts and their structure–activity relationships // *J. Funct. Foods*. 2015. Vol. 16. Pp. 460–471. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.005>.
52. Bouarroudj K., Tamendjari A., Larbat R. Quality, composition and antioxidant activity of Algerian wild olive (*Olea europaea* L. subsp. *Oleaster*) oil // *Prod Ind. Crops*. 2016. Vol. 83. Pp. 484–491. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.081>.
53. Angelis A., Antoniadis L., Stathopoulos P., Halabalaki M., Skaltsounis L.A. Oleocanthalic and Oleaceinic acids: New compounds from Extra Virgin Olive Oil (EVOO) // *Phytochem. Lett.* 2018. Vol. 26. Pp. 190–194. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2018.06.020>.
54. Pérez A.G., León L., Pascual M., de la Rosa R., Belaj A., Sanz C. Analysis of Olive (*Olea europaea* L.) Genetic Resources in Relation to the Content of Vitamin E in Virgin Olive Oil // *Antioxidants*. 2019. Vol. 8. 242. <https://doi.org/10.3390/antiox8080242>.
55. Jurišić Grubešić R., Nazlić M., Miletić T., Vuko E., Vuletić N., Ljubenkov I., Dunkić V. Antioxidant Capacity of Free Volatile Compounds from *Olea europaea* L. cv. *Oblica* Leaves Depending on the Vegetation Stage // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10. 1832. <https://doi.org/10.3390/antiox10111832>.
56. Tlili A., Bouziane M., Flamini G., Hadj Mohammed M. Volatiles Variation of Two Major Cultivars of *Olea europaea* L. Cultivated in Mediterranean and Arid Regions of Algeria // *Rec. Nat. Prod.* 2021. Vol. 16. Pp. 34–45. <https://doi.org/10.25135/rnp.249.21.02.1989>.
57. Ben-Amor I., Musarra-Pizzo M., Smeriglio A., D'Arrigo M., Pennisi R., Attia H., Gargouri B., Trombetta D., Mandalari G., Sciortino M.T. Phytochemical Characterization of *Olea europaea* Leaf Extracts and Assessment of Their Anti-Microbial and Anti-HSV-1 Activity // *Viruses*. 2021. Vol. 13. 1085. <https://doi.org/10.3390/v13061085>.
58. Benincasa C., Romano E., Pellegrino M., Perri E. Characterization of Phenolic Profiles of Italian Single Cultivar Olive Leaves (*Olea europaea* L.) by Mass Spectrometry // *Mass Spectrom. Purif. Tech.* 2018. Vol. 4. 124. <https://doi.org/10.4172/2469-9861.1000124>.
59. Aljeddani G.S. Evaluation of Phytochemical, Antimicrobial, and Antioxidant Properties of Wild versus Cultivated Olive Leaves // *Nat. Sci.* 2022. Vol. 14. Pp. 448–461. <https://doi.org/10.4236/ns.2022.1410039>.
60. Charisiadis P., Kontogianni V.G., Tsiapoulis C.G., Tzakos A.G., Gerothanassis I.P. Determination of Polyphenolic Phytochemicals using Highly Deshielded –OH <sup>1</sup>H-NMR Signals // *Phytochem. Anal.* 2016. Vol. 28. Pp. 159–170. <https://doi.org/10.1002/pca.2656>.
61. Cukrov M., Žurga P., Germek V.M., Brkljača M., Ban D., Lukić I., Ban S.G., Pasković I. Effect of Olive (*Olea europaea* L.) Variety on Leaf Biophenolic Profile // *Agric. Conspec. Sci.* 2021. Vol. 86. Pp. 277–282.
62. Dini I., Graziani G., Fedele F.L., Sicari A., Vinale F., Castaldo L., Ritieni A. Effects of Trichoderma Biostimulation on the Phenolic Profile of Extra-Virgin Olive Oil and Olive Oil By-Products // *Antioxidants*. 2020. Vol. 9. 284. <https://doi.org/10.3390/antiox9040284>.
63. Edziri H., Jaziri R., Chehab H., Verschaeve L., Flamini G., Boujnah D., Hammami M., Aouni M., Mastouri M. A comparative study on chemical composition, antibiofilm and biological activities of leaves extracts of four Tunisian olive cultivars // *Heliyon*. 2019. Vol. 5. e01604. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01604>.
64. Essafi H., Trabelsi N., Benincasa C., Tamaalli A., Perri E., Zarrouk M. Phytochemical profile, antioxidant and anti-proliferative activities of olive leaf extracts from autochthonous Tunisian cultivars // *Acta Aliment.* 2019. Vol. 48. Pp. 384–390. <https://doi.org/10.1556/066.2019.48.3.14>.
65. Orak H.H., Karamać M., Amarowicz R., Orak A., Penkacik K. Genotype-Related Differences in the Phenolic Compound Profile and Antioxidant Activity of Extracts from Olive (*Olea europaea* L.) Leaves // *Molecules*. 2019. Vol. 24. 1130. <https://doi.org/10.3390/molecules24061130>.

66. Majumder D., Debnath M., Libin Kumar K.V., Nath P., Debnath R., Sarkar C., Prasad G.B.K.S., Verma Y.K., Maiti D. Metabolic profiling and investigations on crude extract of *Olea europaea* L. leaves as a potential therapeutic agent against skin cancer. *J. Funct. Foods*. 2019. Vol. 58. Pp. 266–274. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.05.005>.
67. Nicoli F., Negro C., Vergine M., Aprile A., Nutricati E., Sabella E., Miceli A., Luvisi A., De Bellis L. Evaluation of Phytochemical and Antioxidant Properties of 15 Italian *Olea europaea* L. Cultivar Leaves // *Molecules*. 2019. Vol. 24. 1998. <https://doi.org/10.3390/molecules24101998>.
68. Omar S.H., Kerr P.G., Scott C.J., Hamlin A.S., Obied H.K. Olive (*Olea europaea* L.) Biophenols: A Nutraceutical against Oxidative Stress in SH-SY5Y Cells // *Molecules*. 2017. Vol. 22. 1858. <https://doi.org/10.3390/molecules22111858>.
69. Gagour J., Hallouch O., Asbbane A., Bijla L., Laknifli A., Lee L.-H., Zengin G., Bouyahya A., Sakar E.H., Gharby S. A Review of Recent Progresses on Olive Oil Chemical Profiling, Extraction Technology, Shelf-Life, and Quality Control // *Chem. Biodivers.* 2024. Vol. 21. e202301697. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202301697>.
70. Sarikurkcü C., Locatelli M., Tartaglia A., Ferrone V., Juszczak A.M., Ozer M.S., Tepe B., Tomczyk M. Enzyme and Biological Activities of the Water Extracts from the Plants *Aesculus hippocastanum*, *Olea europaea* and *Hypericum perforatum* That Are Used as Folk Remedies in Turkey // *Molecules*. 2020. Vol. 25. 1202. <https://doi.org/10.3390/molecules25051202>.
71. Ben B., Priego-Capote B., Ben Brahim S., Priego-Capote F., Bouaziz M. Use of high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry for structural characterization of bioactive compounds in the olive root bark and wood of Chemlali cultivar // *ACS Omega*. 2022. Vol. 7 (38). Pp. 33873–33883. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02746>.
72. Cecchi L., Migliorini M., Cherubini C., Innocenti M., Mulinacci N. Whole Lyophilized Olives as Sources of Unexpectedly High Amounts of Secoiridoids: The Case of Three Tuscan Cultivars // *J. Agric. Food Chem.* 2015. Vol. 63. Pp. 1175–1185. <https://doi.org/10.1021/jf5051359>.
73. Abu-Izneid T., Rauf A., Shariati M.A., Khalil A.A., Imran M., Rebezov M., Uddin M.d.S., Mahomoodally M.F., Rengasamy K.R.R. Sesquiterpenes and their derivatives-natural anticancer compounds: An update // *Pharmacol. Res.* 2020. Vol. 161. 105165. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.105165>.
74. Mechri B., Tekaya M., Hammami M., Chehab H. Effects of drought stress on phenolic accumulation in greenhouse-grown olive trees (*Olea europaea*) // *Biochem. Syst. Ecol.* 2020. Vol. 92. 104112. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2020.104112>.
75. Aggul A.G., Gulaboglu M., Cetin M., Ozakar E., Ozakar R.S., Aydin T. Effects of emulsion formulations of Oleuropein isolated from ethanol extract of olive leaf in diabetic rats // *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2020. Vol. 92 (4). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190810>.
76. He M., Ding N.-Z. Plant Unsaturated Fatty Acids: Multiple Roles in Stress Response // *Front. Plant Sci.* 2020. Vol. 11. 562785. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.562785>.
77. Alves E., Melo T., Rey F., Moreira A.S.P., Domingues P., Domingues M.R. Polar lipid profiling of olive oils as a useful tool in helping to decipher their unique fingerprint // *LWT*. 2016. Vol. 74. Pp. 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.071>.
78. Šarolić M., Gugić M., Tuberoso C.I.G., Jerković I., Šuste M., Marijanović Z., Kuš P.M. Volatile Profile, Phytochemicals and Antioxidant Activity of Virgin Olive Oils from Croatian Autochthonous Varieties Mašnjača and Krvavica in Comparison with Italian Variety Leccino // *Molecules*. 2014. Vol. 19. Pp. 881–895. <https://doi.org/10.3390/molecules19010881>.
79. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (2020 English Edition). 2020. URL: <https://www.webofpharma.com/2023/09/chinese-pharmacopoeia-2020-in-english.html>.
80. Bermúdez-Oria A., Rodríguez-Gutiérrez G., Alaiz M., Vioque J., Girón-Calle J., Fernández-Bolaños J. Pectin-rich extracts from olives inhibit proliferation of Caco-2 and THP-1 cells // *Food Funct.* 2019. Vol. 10(8). Pp. 4844–4853. <https://doi.org/10.1039/c9fo00917e>.
81. Bermúdez-Oria A., Rodríguez-Gutiérrez G., Rubio-Senent F., Sánchez-Carbayo M., Fernández-Bolaños J. Antiproliferative Activity of Olive Extract Rich in Polyphenols and Modified Pectin on Bladder Cancer Cells // *J. Med. Food*. 2020. Vol. 23(7). Pp. 719–727. <https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0136>.
82. Carpi S., Polini B., Manera C., Digiacomo M., Salsano J.E., Macchia M., Scoditti E., Nieri P. miRNA Modulation and Antitumor Activity by the Extra-Virgin Olive Oil Polyphenol Oleacein in Human Melanoma Cells // *Frontiers in Pharmacology*. 2020. Vol. 11. 574317. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.574317>.
83. Rashed S.A., Saad T.I., El-Darier S.M. Potential aptitude of four olive cultivars as anticancer and antioxidant agents: Oleuropein content // *Rend. Lincei Sci. Fis. Nat.* 2022. Vol. 33. Pp. 195–203. <https://doi.org/10.1007/s12210-022-01056-x>.
84. Hashim Y.Z.H.-Y., Worthington J., Allsopp P. et al. Virgin olive oil phenolics extract inhibit invasion of HT115 human colon cancer cells in vitro and in vivo // *Food & Function*. 2014. Vol. 5(7). Pp. 1513–1519. <https://doi.org/10.1039/c4fo00090k>.
85. Milanizadeh S., Bigdeli M.R., Rasoulia B., Amani D. The effects of olive leaf extract on antioxidant enzymes activity and tumor growth in breast cancer // *Thrita*. 2014. Vol. 3(1). <https://doi.org/10.5812/thrita.12914.e12914>.
86. Barbaro B., Toietta G., Maggio R. et al. Effects of the olive-derived polyphenol oleuropein on human health // *International Journal of Molecular Sciences*. 2014. Vol. 15(10). Pp. 18508–18524. <https://doi.org/10.3390/ijms151018508>.

87. Ahmadpour E., Toulabi T., Yadegarinia D., Yarahmadi S., Mohammadi R., Keyvanfar A. Efficacy of olive leaves extract on the outcomes of hospitalized covid-19 patients: A randomized, triple-blinded clinical trial // *Explore*. 2023. Vol. 19 (4). Pp. 536–543. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2022.10.020>.
88. Sahranavard S., Kamalinejad M., Faizi M. Evaluation of anti-inflammatory and anti-nociceptive effects of defatted fruit extract of *Olea europaea* // *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*. 2014. Vol. 13. Pp. 119–123.
89. Nasopoulou C., Karantonis H.C., Detopoulou M., Demopoulos C.A., Zabetakis I. Exploiting the anti-inflammatory properties of olive (*Olea europaea*) in the sustainable production of functional food and nutraceuticals // *Phytochemistry Reviews*. 2014. Vol. 13. Pp. 445–458. <https://doi.org/10.1007/s11101-014-9350-8>.
90. Kang H., Koppula S. *Olea europaea* linn. Fruit pulp extract protects against carbon tetrachloride-induced hepatic damage in mice // *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2014. Vol. 76(4). Pp. 274–280.
91. Abdallah I.M., Al-Shami K.M., Alkhalifa A.E., Al-Ghraiyyah N.F., Guillaume C., Kaddoumi A. Comparison of oleocanthal-low EVOO and oleocanthal against amyloid- $\beta$  and related pathology in a mouse model of Alzheimer's disease // *Molecules*. 2023. Vol. 28 (3). 1249. <https://doi.org/10.3390/molecules28031249>.
92. Angeloni C., Giusti L., Hrelia S. New neuroprotective perspectives in fighting oxidative stress and improving cellular energy metabolism by oleocanthal // *Neural Regeneration Research*. 2019. Vol. 14 (7). 1217. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.251327>.
93. Barbalace M.C., Zallocco L., Beghelli D., Ronci M., Scortichini S., Digiacoio M., Angeloni C. Antioxidant and neuroprotective activity of extra virgin olive oil extracts obtained from Quercetano cultivar trees grown in different areas of the Tuscany region (Italy) // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10 (3). 421. <https://doi.org/10.3390/antiox10030421>.
94. Brunetti, G., Di Rosa G., Scuto M., Leri M., Stefani M., Schmitz-Linneweber C., Saul N. Healthspan Maintenance and Prevention of Parkinson's-like Phenotypes with Hydroxytyrosol and Oleuropein Aglycone in *C. elegans* // *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21(7). 2588. <https://doi.org/10.3390/ijms21072588>.
95. Sato A., Shinozaki N., Tamura H. Secoiridoid type of antiallergic substances in olive waste materials of three Japanese varieties of *Olea europaea* // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62(31). Pp. 7787–7795. <https://doi.org/10.1021/jf502151b>.
96. Acar-Tek N., Ağagündüz D. *Olive Leaf (Olea europaea L. folium): Potential Effects on Glycemia and Lipidemia* // *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2020. Vol. 76 (1). Pp. 10–15. <https://doi.org/10.1159/000505508>.
97. Romani A., Ieri F., Urciuoli S., Noce A., Marrone G., Nediani C., Bernini R. Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea* L. // *Nutrients*. 2019. Vol. 11(8). 1776. <https://doi.org/10.3390/nut11081776>.

Поступила в редакцию 24 декабря 2024 г.

После переработки 22 июня 2025 г.

Принята к публикации 2 июля 2025 г.

Leonova V.N.\*, Kuregyan A.G., Pechinskii S.V. EUROPEAN OLIVE (*OLEA EUROPAEA* L.): GENERAL CHARACTERISTICS, BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS, PROSPECTS FOR MEDICAL USE (REVIEW)

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education VolgGMU, Kalinina ave., 11, Pyatigorsk, 357532, Russia, sheryfka@mail.ru

Plant objects are a preferred source of bioactive secondary metabolites, since they cause a mild therapeutic effect, and with pronounced efficiency have a low toxicity profile. The review summarizes the literature data for the last 15 years on the European olive (*Olea europaea* L.). The search for scientific literature on the topic of the review was carried out in the electronic resources "PubMed" and "Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU". In the process of systematization of the obtained material, a systematic approach was followed, using the methods of analysis, generalization, scientific induction and logical analogy. The olive tree has a wide composition of primary metabolites, including proteins, lipids, minerals, carbohydrates and derivatives of these compounds, as well as a diverse and valuable set of secondary metabolites. The most common secondary metabolites are secoiridoids, triterpenoids, flavonoids, phenolic acids and phenolic alcohols. The data presented in the review show the prospects of studying the European olive and its products, since the olive is characterized by the following types of biological activity - antibacterial, antiviral, antitumor, antioxidant, hypotensive, neuro- and gastroprotective. The data presented in the review may be in demand by specialists in the field of botany, pharmacy, drug technology, pharmacology and medicine. The information in the review can be used in the study of raw materials of the European olive, obtaining individual bioactive compounds from it and for the development of herbal medicines.

**Keywords:** European olive, leaves, secoiridoids, flavonoids, phenolic acids, oleuropein, tyrosol, hydroxytyrosol.

**For citing:** Leonova V.N., Kuregyan A.G., Pechinskii S.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 4, pp. 5–24. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250416671>.

\* Corresponding author.



## References

1. Simone F., Mattioli R., Daniel D.R., Luciana M., Marisa D.P., Rosa S. *Pharmacol. Ther.*, 2024, vol. 254, 108595. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2024.108595>.
2. Rosati A., Lodolini E.M., Famiani F. *Front Plant Sci.*, 2023, vol. 13, no. 14, 1276178. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1276178>.
3. Elhrech H., Aguerd O., Kourchi C.E., Gallo M., Naviglio D., Chamkhi I., Bouyahya A. *Biomolecules*, 2024, vol. 14(6), 722. <https://doi.org/10.3390/biom14060722>.
4. Vogel P., Machado K.I., Garavaglia J., Zani V.T., Souza D., Bosco M.D. *Nutr. Hosp.*, 2014, vol. 31(3), pp. 1427–1433. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.3.8400>.
5. Rufino-Palomares E.E., Pérez-Jiménez A., García-Salguero L., Mokhtari K., Reyes-Zurita F.J., Peragón-Sánchez J., Lupiáñez J.A. *Molecules*, 2022, vol. 27(7), 2341. <https://doi.org/10.3390/molecules27072341>.
6. Krishnappa S., Karthik Y., Pratap G.K., Shantaram M., Umarajashekhhar A., Soumya J., Bhatt B., Sayed S.M., Alhelaify S.S., Aharthy O.M., Mushtaq M. *3 Biotech.*, 2024, vol. 14(3), 63. <https://doi.org/10.1007/s13205-023-03888-2>.
7. Olmo-García L., Bajoub A., Benlammaalam S., Hurtado-Fernández E., Bagur-González M., Chigr M., Carrasco-Pan-corbo A. *Molecules*, 2018, vol. 23(10), 2524. <https://doi.org/10.3390/molecules23102524>.
8. Asadov G.G., Bagirova S.B., Kuliyeve F.A., Babayev M.I. *Byulleten' nauki i praktiki*, 2022, vol. 8, no. 7, pp. 55–62. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/06>. (in Russ.).
9. Naumtsev Yu.V., Makarenko G.I., Chugayev M.A. *Zelenyy zhurnal – Byulleten' botanicheskogo sada Tverskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2019, no. 7, pp. 3–17. (in Russ.).
10. Tsyupka S.Yu. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2017, vol. 144-2, pp. 100–105. (in Russ.).
11. *Olea europaea* L. URL: <https://www.gbif.org/species/5415040>.
12. *Kolleksii rasteniy TsSBS SO RAN – Olea europaea* L. – *Oliva yevropeyskaya*. [Plant collections of the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – *Olea europaea* L. – European olive]. URL: <http://www.csbg.nsc.ru/catalog/>. (in Russ.).
13. *Maslina yevropeyskaya*. [European olive]. URL: <https://nikitasad.ru/derevyia-ot-a-do-ya/maslina-evropejskaya/?ysclid=mc6bkkwj55524461037>. (in Russ.).
14. *Resheniye soveta Yevraziyskoy ekonomicheskoy komissii ob utverzhdenii pravil nadlezhashchey praktiki vyra-shchivaniya, sbora, obrabotki i khraneniya iskhodnogo syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya ot 26 yanvarya 2018 g. No. 15*. [Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission on approval of the rules of good practice for the cultivation, collection, processing and storage of raw materials of plant origin dated January 26, 2018 No. 15]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=308914>. (in Russ.).
15. *Prikaz Ministerstva promyshlennosti i trgovli RF No. 916 «Pravila organizatsii proizvodstva i kontrolya kachestva lekarstvennykh sredstv». Prilozheniye No. 7 (14 iyunya 2013 g.) Proizvodstvo lekarstvennykh rastitel'nykh preparatov*. [Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation No. 916 “Rules for the Organization of Production and Quality Control of Medicines.” Appendix No. 7 (June 14, 2013) Production of herbal medicinal products]. 2013, pp. 128–131. URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-minpromtorga-rossii-ot-14062013-n-916/pravila-nadlezhachei-proizvodstvennoi-praktiki/prilozhenie-n-7/>. (in Russ.).
16. *European pharmacopoeia 10.0*. France, 2019, vol. 3, pp. 1557–1559. URL: <https://www.webofpharma.com/2021/03/ep-10-european-pharmacopoeia-10th.html>.
17. *United States Pharmacopeia 43 NF 38*. 2020. URL: [https://online.uspnf.com/uspnf/document/1\\_GUID-9A3B3F87-CF7E-4722-94CC-C5D343BDF64C\\_1\\_en-US](https://online.uspnf.com/uspnf/document/1_GUID-9A3B3F87-CF7E-4722-94CC-C5D343BDF64C_1_en-US).
18. Myazina L.F., Gubanova T.B. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2018, no. 128, pp. 136–142. <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.128.2018.18>. (in Russ.).
19. Gubanova T.B., Brailko V.A., Myazina L.F. *Hortus bot.*, 2018, vol. 13, pp. 250–259. <https://doi.org/10.15393/j4.art.2018.5784>. (in Russ.).
20. Paliy A.Ye. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, 2019, no. 57(1), pp. 83–92. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-57-83-92>. (in Russ.).
21. Paliy A.Ye. *Byulleten' GNBS*, 2020, vol. 135, pp. 66–71. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-135-66-71>. (in Russ.).
22. Ksenofontova D.V., Pervitskaya L.V. *Subtropicheskoye i yuzhnoye sadovodstvo v Rossii*, 2009, no. 42-2, pp. 379–391. (in Russ.).
23. Gubanova T.B. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, 2019, no. 57(1), pp. 32–41. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-57-32-4>. (in Russ.).
24. Gubanova T.B., Paliy A.Ye. *Fiziologiya rasteniy*, 2020, vol. 67, no. 4, pp. 428–437. (in Russ.).
25. Muhammad A.H., Afsar K., Muhammad H., Umar F., Shagufta P. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, article 541591. <https://doi.org/10.1155/2015/541591>.
26. Zhang C., Xin X., Zhang J., Zhu S., Niu E., Zhou Z., Liu D. *Molecules*, 2022, vol. 27(4), 1292. <https://doi.org/10.3390/molecules27041292>.
27. Orak H.H., Krama'c M., Amarowicz R., Orak A., Penkacik K. *Molecules*, 2019, vol. 24, 1130. <https://doi.org/10.3390/molecules24061130>.

28. Kostelenos G., Kiritsakis A. *Olives and Olive Oil as Functional Foods: Bioactivity, Chemistry and Processing*. Oxford: Wiley, 2017.
29. Dermeche S., Nadour M., Larroche C., Mouliti-Mati F., Michaud P. *Process Biochemistry*, 2013, vol. 48(10), pp. 1532–1552. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2013.07.010>.
30. Nunes M.A., Pimentel F.B., Costa A.S.G., Alves R.C., Oliveira M.B.P.P. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2016, vol. 35, pp. 139–148.
31. Şahin S., Bilgin M. *J. Sci. Food Agric.*, 2018, vol. 98(4), pp. 1271–1279. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8619>.
32. Skaltsounis A.L., Argyropoulou A., Aligiannis N., Xynos N. *Olive and Olive Oil Bioactive Constituents*. Urbana, 2015, pp. 333–356.
33. Roselló-Soto E., Koubaa M., Moubarik A., Lopes R.P., Saraiva J.A., Boussetta N., Barba F.J. *Trends in Food Science & Technology*, 2015, vol. 45(2), pp. 296–310. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.003>.
34. Gandul-Rojas B., Gallardo-Guerrero L. *Food Res. Int.*, 2018, vol. 108, pp. 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.022>.
35. Krymskiye uchonyye usovershenstvovali protsess proizvodstva olivkovogo masla. [Crimean scientists have improved the olive oil production process]. URL: <https://национальныепроекты.рф/news/krymskie-uchenye-usovershenstvovali-protsess-proizvodstva-olivkovogo-masla/>. (in Russ.).
36. Plugatar' Yu.V., Smykov A.V., Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V., Opanasenko N.Ye., Mitrofanova I.V., Komar-Temnaya L.D., Khokhlov S.Yu., Balykina Ye.B. *Programma razvitiya sadovodstva Respubliki Krym do 2025 g.* [Horticulture Development Program of the Republic of Crimea until 2025]. 2022, 39 p. (in Russ.).
37. Elayeb R., Bermúdez-Oria A., Lazreg Aref H., Majdoub H., Ritzoulis C., Mannu A., Le Cerf D., Carraro M., Achour S., Fernández-Bolaños J., Trigui M. *3 Biotech.*, 2024, vol. 14(3), 92. <https://doi.org/10.1007/s13205-024-03939-2>.
38. Bermúdez-Oria A., Rodríguez-Juan E., Rodríguez-Gutiérrez G., Fernández-Prior Á., Fernández-Bolaños J. *Antioxidants*, 2021, vol. 10(12), 1858. <https://doi.org/10.3390/antiox10121858>.
39. Dias M.C., Pinto D., Freitas H., Santos C., Silva A. *Phytochemistry*, 2020, vol. 170, 112199. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2019.112199>.
40. Dias M.C., Pinto D., Figueiredo C., Santos C., Silva A. *Phytochemistry*, 2021, vol. 185, 112695. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.112695>.
41. Kabbash E.M., Ayoub I.M., Gad H.A., Abdel-Shakour Z.T., El-Ahmady S.H. *Phytochem. Anal.*, 2021, vol. 32(6), pp. 932–941. <https://doi.org/10.1002/pca.3036>.
42. Kabbash E.M., Abdel-Shakour Z.T., El-Ahmady S.H., Wink M., Ayoub I.M. *Sci. Rep.*, 2023, vol. 13(1), 612. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27119-5>.
43. Bermúdez-Oria A., Castejón M.L., Rubio-Senent F., Fernández-Prior Á., Rodríguez-Gutiérrez G., Fernández-Bolaños J. *Food Chem.*, 2024, vol. 432, 137233. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137233>.
44. Xie P., Cecchi L., Bellumori M., Balli D., Giovannelli L., Huang L., Mulinacci N. *Foods*, 2021, vol. 10, 2823. <https://doi.org/10.3390/foods10112823>.
45. Ammar S., Contreras M.d.M., Gargouri B., Segura-Carretero A., Bouaziz M. *Phytochem. Anal.*, 2017, vol. 28, pp. 217–229. <https://doi.org/10.1002/pca.2664>.
46. Khelif I., Jellali K., Michel T., Halabalaki M., Skaltsounis A.L., Allouche N. *J. Chem.*, 2015, vol. 2015, e418731. <https://doi.org/10.1155/2015/418731>.
47. Hannachi H., Elfalleh W., Laajel M., Ennajah I., Mechlouch R.F., Nagaz K. *Int. J. Fruit Sci.*, 2020, vol. 20, pp. 350–370. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1644574>.
48. Alves E., Rey F., Melo T., Barros M.P., Domingues P., Domingues R. *Foods*, 2022, vol. 11, 951. <https://doi.org/10.3390/foods11070951>.
49. Cecchi L., Piazzini V., D'Ambrosio M., Luceri C., Rocco F., Innocenti M., Vanti G., Mulinacci N., Bergonzi M.C. *Molecules*, 2020, vol. 25, 3198. <https://doi.org/10.3390/molecules25143198>.
50. Fernández-Poyatos M.P., Ruiz-Medina A., Llorent-Martínez E.J. *J. Food Compos. Anal.*, 2021, vol. 95, 103671. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103671>.
51. Xie P., Huang L., Zhang C., Zhang Y. *J. Funct. Foods*, 2015, vol. 16, pp. 460–471. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.005>.
52. Bouarroudj K., Tamendjari A., Larbat R. *Prod Ind. Crops.*, 2016, vol. 83, pp. 484–491. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.081>.
53. Angelis A., Antoniadou L., Stathopoulos P., Halabalaki M., Skaltsounis L.A. *Phytochem. Lett.*, 2018, vol. 26, pp. 190–194. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2018.06.020>.
54. Pérez A.G., León L., Pascual M., de la Rosa R., Belaj A., Sanz C. *Antioxidants*, 2019, vol. 8, 242. <https://doi.org/10.3390/antiox8080242>.
55. Jurišić Grubešić R., Nazlić M., Miletić T., Vuko E., Vuletić N., Ljubenkov I., Dunkić V. *Antioxidants*, 2021, vol. 10, 1832. <https://doi.org/10.3390/antiox10111832>.
56. Tilili A., Bouziane M., Flamini G., Hadj Mohammed M. *Rec. Nat. Prod.*, 2021, vol. 16, pp. 34–45. <https://doi.org/10.25135/rnp.249.21.02.1989>.
57. Ben-Amor I., Musarra-Pizzo M., Smeriglio A., D'Arrigo M., Pennisi R., Attia H., Gargouri B., Trombetta D., Mandalari G., Sciortino M.T. *Viruses*, 2021, vol. 13, 1085. <https://doi.org/10.3390/v13061085>.
58. Benincasa C., Romano E., Pellegrino M., Perri E. *Mass Spectrom. Purif. Tech.*, 2018, vol. 4, 124. <https://doi.org/10.4172/2469-9861.1000124>.

59. Aljeddani G.S. *Nat. Sci.*, 2022, vol. 14, pp. 448–461. <https://doi.org/10.4236/ns.2022.1410039>.
60. Charisiadis P., Kontogianni V.G., Tsiafoulis C.G., Tzakos A.G., Gerothanassis I.P. *Phytochem. Anal.*, 2016, vol. 28, pp. 159–170. <https://doi.org/10.1002/pca.2656>.
61. Cukrov M., Žurga P., Germek V.M., Brkljača M., Ban D., Lukić I., Ban S.G., Pasković I. *Agric. Conspec. Sci.*, 2021, vol. 86, pp. 277–282.
62. Dini I., Graziani G., Fedele F.L., Sicari A., Vinale F., Castaldo L., Ritieni A. *Antioxidants*, 2020, vol. 9, 284. <https://doi.org/10.3390/antiox9040284>.
63. Edziri H., Jaziri R., Chehab H., Verschaeve L., Flamini G., Boujnah D., Hammami M., Aouni M., Mastouri M. *Heliyon*, 2019, vol. 5, e01604. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01604>.
64. Essafi H., Trabelsi N., Benincasa C., Tamaalli A., Perri E., Zarrouk M. *Acta Aliment.*, 2019, vol. 48, pp. 384–390. <https://doi.org/10.1556/066.2019.48.3.14>.
65. Orak H.H., Karamać M., Amarowicz R., Orak A., Penkacik K. *Molecules*, 2019, vol. 24, 1130. <https://doi.org/10.3390/molecules24061130>.
66. Majumder D., Debnath M., Libin Kumar K.V., Nath P., Debnath R., Sarkar C., Prasad G.B.K.S., Verma Y.K., Maiti D. *Foods*, 2019, vol. 8, pp. 266–274. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.05.005>.
67. Nicoli F., Negro C., Vergine M., Aprile A., Nutricati E., Sabella E., Miceli A., Luvisi A., De Bellis L. *Molecules*, 2019, vol. 24, 1998. <https://doi.org/10.3390/molecules24101998>.
68. Omar S.H., Kerr P.G., Scott C.J., Hamlin A.S., Obied H.K. *Molecules*, 2017, vol. 22, 1858. <https://doi.org/10.3390/molecules22111858>.
69. Gagour J., Hallouch O., Asbbane A., Bijla L., Laknifli A., Lee L.-H., Zengin G., Bouyahya A., Sakar E.H., Gharby S. *Chem. Biodivers*, 2024, vol. 21, e202301697. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202301697>.
70. Sarikurkcü C., Locatelli M., Tartaglia A., Ferrone V., Juszcak A.M., Ozer M.S., Tepe B., Tomczyk M. *Molecules*, 2020, vol. 25, 1202. <https://doi.org/10.3390/molecules25051202>.
71. Ben B., Priego-Capote B., Ben Brahim S., Priego-Capote F., Bouaziz M. *ACS Omega*, 2022, vol. 7 (38), pp. 33873–33883. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02746>.
72. Cecchi L., Migliorini M., Cherubini C., Innocenti M., Mulinacci N. *J. Agric. Food Chem.*, 2015, vol. 63, pp. 1175–1185. <https://doi.org/10.1021/jf5051359>.
73. Abu-Izneid T., Rauf A., Shariati M.A., Khalil A.A., Imran M., Rebezov M., Uddin M.d.S., Mahomoodally M.F., Rengasamy K.R.R. *Pharmacol. Res.*, 2020, vol. 161, 105165. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.105165>.
74. Mechri B., Tekaya M., Hammami M., Chehab H. *Biochem. Syst. Ecol.*, 2020, vol. 92, 104112. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2020.104112>.
75. Aggul A.G., Gulaboglu M., Cetin M., Ozakar E., Ozakar R.S., Aydin T. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2020, vol. 92 (4). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190810>.
76. He M., Ding N.-Z. *Front. Plant Sci.*, 2020, vol. 11, 562785. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.562785>.
77. Alves E., Melo T., Rey F., Moreira A.S.P., Domingues P., Domingues M.R. *LWT*, 2016, vol. 74, pp. 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.071>.
78. Šarolić M., Gugić M., Tuberoso C.I.G., Jerković I., Šuste M., Marijanović Z., Kuš P.M. *Molecules*, 2014, vol. 19, pp. 881–895. <https://doi.org/10.3390/molecules19010881>.
79. *Pharmacopoeia of the People's Republic of China (2020 English Edition)*. 2020. URL: <https://www.webofpharma.com/2023/09/chinese-pharmacopoeia-2020-in-english.html>.
80. Bermúdez-Oria A., Rodríguez-Gutiérrez G., Alaiz M., Vioque J., Girón-Calle J., Fernández-Bolaños J. *Food Funct.*, 2019, vol. 10(8), pp. 4844–4853. <https://doi.org/10.1039/c9fo00917e>.
81. Bermúdez-Oria A., Rodríguez-Gutiérrez G., Rubio-Senent F., Sánchez-Carbayo M., Fernández-Bolaños J. *J. Med. Food*, 2020, vol. 23(7), pp. 719–727. <https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0136>.
82. Carpi S., Polini B., Manera C., Digiacomo M., Salsano J.E., Macchia M., Scoditti E., Nieri P. *Frontiers in Pharmacology*, 2020, vol. 11, 574317. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.574317>.
83. Rashed S.A., Saad T.I., El-Darier S.M. *Rend. Lincei Sci. Fis. Nat.*, 2022, vol. 33, pp. 195–203. <https://doi.org/10.1007/s12210-022-01056-x>.
84. Hashim Y.Z.H.-Y., Worthington J., Allsopp P. et al. *Food & Function*, 2014, vol. 5(7), pp. 1513–1519. <https://doi.org/10.1039/c4fo00090k>.
85. Milanizadeh S., Bigdeli M.R., Rasoulzadeh B., Amani D. *Thrita*, 2014, vol. 3(1). <https://doi.org/10.5812/thrita.12914.e12914>.
86. Barbaro B., Toietta G., Maggio R. et al. *International Journal of Molecular Sciences*, 2014, vol. 15(10), pp. 18508–18524. <https://doi.org/10.3390/ijms151018508>.
87. Ahmadpour E., Toulabi T., Yadegarinia D., Yarahmadi S., Mohammadi R., Keyvanfar A. *Explore*, 2023, vol. 19 (4), pp. 536–543. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2022.10.020>.
88. Sahranavard S., Kamalinejad M., Faizi M. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 2014, vol. 13, pp. 119–123.
89. Nasopoulou C., Karantonis H.C., Detopoulou M., Demopoulos C.A., Zabetakis I. *Phytochemistry Reviews*, 2014, vol. 13, pp. 445–458. <https://doi.org/10.1007/s11101-014-9350-8>.
90. Kang H., Koppula S. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2014, vol. 76(4), pp. 274–280.
91. Abdallah I.M., Al-Shami K.M., Alkhalifa A.E., Al-Ghraiybah N.F., Guillaume C., Kaddoumi A. *Molecules*, 2023, vol. 28 (3), 1249. <https://doi.org/10.3390/molecules28031249>.

92. Angeloni C., Giusti L., Hrelia S. *Neural Regeneration Research*, 2019, vol. 14 (7), 1217. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.251327>.
93. Barbalace M.C., Zallocco L., Beghelli D., Ronci M., Scortichini S., Digiaco M., Angeloni C. *Antioxidants*, 2021, vol. 10 (3), 421. <https://doi.org/10.3390/antiox10030421>.
94. Brunetti G., Di Rosa G., Scuto M., Leri M., Stefani M., Schmitz-Linneweber C., Saul N. *International Journal of Molecular Sciences*, 2020, vol. 21(7), 2588. <https://doi.org/10.3390/ijms21072588>.
95. Sato A., Shinozaki N., Tamura H. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2014, vol. 62(31), pp. 7787–7795. <https://doi.org/10.1021/jf502151b>.
96. Acar-Tek N., Ağagündüz D. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 2020, vol. 76 (1), pp. 10–15. <https://doi.org/10.1159/000505508>.
97. Romani A., Ieri F., Urciuoli S., Noce A., Marrone G., Nediani C., Bernini R. *Nutrients*, 2019, vol. 11(8), 1776. <https://doi.org/10.3390/nu11081776>.

Received December 24, 2024

Revised June 22, 2025

Accepted July 2, 2025

#### Сведения об авторах

Леорова Викториа Нодарьевна – доцент, кандидат фармацевтических наук, sheryfka@mail.ru

Курегян Анна Гургеновна – профессор, доктор фармацевтических наук, kooreguan@mail.ru

Печинский Станислав Витальевич – доцент, кандидат фармацевтических наук, sheryfka@mail.ru

#### Information about authors

Leonova Victoria Nodaryevna – Associate Professor, Candidate of Pharmaceutical Sciences, sheryfka@mail.ru

Kuregyan Anna Gurgenovna – Professor, Doctor of Pharmaceutical Sciences, kooreguan@mail.ru

Pechinsky Stanislav Vitalyevich – Associate Professor, Candidate of Pharmaceutical Sciences, sheryfka@mail.ru