

УДК 582.926.5:581.6:615.322



## Фацелия пижмолистная как перспективный объект фармакогностического исследования

П.А. Шейхмагомедова, О.И. Попова, И.В. Попов

Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, 357532, Пятигорск, пр-кт Калинина, д. 11

E-mail: Patya16101998@yandex.ru

Получена 19.01.2025

После рецензирования 12.12.2025

Принята к печати 08.02.2026

На сегодняшний день наблюдается увеличение интереса к изучению химического состава надземной части фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), мёда на основе растения, к отдельным биологически активным соединениям, а также появляются результаты изучения фармакологической активности этого перспективного вида.

**Цель.** Провести обзор и систематизацию научных данных о химическом составе, применении в медицине и фармации перспективного растения — фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.).

**Материалы и методы.** Для поиска научной литературы использовали данные, размещённые в электронных базах eLibrary.ru, Киберленинка, Google Академия и PubMed. Поиск публикаций проводили за период с января 2001 по январь 2026 гг. Итоговое число работ, включённых в настоящий обзор, составило 69.

**Результаты.** В результате анализа данных научной литературы в работе охарактеризованы семейство бурчанниковые, род Фацелия, вид фацелия пижмолистная; основные группы биологически активных соединений и химический состав изучаемого объекта. Приведены основные аспекты изучения фацелии пижмолистной как растения-медоноса и сидерата. Представлены результаты фармакологической активности фацелиевого мёда. Сформулирована потенциальная фармакологическая активность фацелии пижмолистной.

**Заключение.** Проведён всесторонний поиск информации о фацелии пижмолистной за рубежом и в России. На основании результатов работы обоснована целесообразность более глубокого изучения выбранного растительного объекта для применения его в медицине и фармации.

**Ключевые слова:** фацелия пижмолистная; *Phacelia tanacetifolia* Benth.; фенольные соединения; хлорогеновая кислота; гидроксикоричные кислоты; флавоноиды; феноламиды; ожирение; гиперлипидемия

**Список сокращений:** БАС — биологически активные соединения; ЛРС — лекарственное растительное сырьё; НД — нормативный документ; ВЭЖХ — высокоэффективная жидкостная хроматография; ДНВА — дигидроксibenзойная кислота; ДОПАС — дигидроксибензилуксусная кислота; НВА — гидроксibenзойная кислота; СА — кофейная кислота; НА — гиппуридная кислота; НРА — гидроксипиколиновая кислота; НВА — 4-гидрокси-3-метоксibenзилуксусная кислота; НРРА — гидроксibenзилпировиноградная кислота; FA — феруловая кислота, BA — бензойная кислота; ERC — эриоцитрин; ERI — эриодиктиол; FIS — физетин; HSD — гесперидин; HST — гесперетин; NAR — нарингенин; NARG — нарингин; NHSD — неогесперидин; NRI — нарирутин; PIN — пиноцембрин; QUE — кверцетин; R-ERI — R-энантиомер эриодиктиола; R-NAR — R-энантиомер нарингенина; RUT — рутин; S-ERI — S-энантиомер эриодиктиола; S-HST — S-энантиомер гесперетина; S-NAR — S-энантиомер нарингенина; TAX — дигидрокверцетин, ЛППП — липопроотеины низкой плотности.

**Для цитирования:** П.А. Шейхмагомедова, О.И. Попова, И.В. Попов. Фацелия пижмолистная как перспективный объект фармакогностического исследования. *Фармация и фармакология*. 2026;14(2):147-160. DOI: 10.19163/2307-9266-2026-14-2-147-160

© П.А. Шейхмагомедова, О.И. Попова, И.В. Попов, 2026

**For citation:** P.A. Sheykhmagomedova, O.I. Popova, I.V. Popov. *Phacelia tanacetifolia* as a Promising Object for Pharmacognostic Research. *Pharmacy & Pharmacology*. 2026;14(2):147-160. DOI: 10.19163/2307-9266-2026-14-2-147-160

## *Phacelia tanacetifolia* as a Promising Object for Pharmacognostic Research

P.A. Sheykhmagomedova, O.I. Popova, I.V. Popov

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute —  
branch of Volgograd State Medical University,  
11 Kalinin Ave., Pyatigorsk, Russia, 357532

E-mail: Patya16101998@yandex.ru

Received 19 Jan 2025

After peer review 12 Dec 2025

Accepted 08 Feb 2026

Currently, there is an increasing interest in studying the chemical composition of the above-ground part of *Phacelia tanacetifolia* Benth., honey based on the plant, individual biologically active compounds, and results of studying the pharmacological activity of this promising species are emerging.

**The aim.** To conduct a review and systematization of scientific data on the chemical composition, and application in medicine and pharmacy of the promising plant *Phacelia tanacetifolia*.

**Materials and Methods.** For searching scientific literature, data posted in the electronic databases eLibrary.ru, Cyberleninka, Google Scholar, and PubMed were used. Publication search was conducted for the period from January 2001 to January 2026. The final number of works included in this review was 69.

**Results.** As a result of analyzing scientific literature data, the work characterizes the Boraginaceae family, the *Phacelia* genus, and the *Phacelia tanacetifolia* species; the main groups of biologically active compounds and the chemical composition of the studied object. The main aspects of studying *Phacelia tanacetifolia* as a honey-producing plant and green manure are presented. The results of the pharmacological activity of phacelia honey are presented. The potential pharmacological activity of *Phacelia tanacetifolia* is formulated.

**Conclusion.** A comprehensive search for information on *Phacelia tanacetifolia* abroad and in Russia has been conducted. Based on the results of the work, the expediency of a deeper study of the selected plant object for its application in medicine and pharmacy is justified.

**Keywords:** *Phacelia tanacetifolia* Benth.; phenolic compounds; chlorogenic acid; hydroxycinnamic acids; flavonoids; phenolamides; obesity; hyperlipidemia

**Abbreviations:** BACs — biologically active compounds; MPRMs — medicinal plant raw materials; RD — regulatory document; HPLC — high-performance liquid chromatography; DHBA — dihydroxybenzoic acid; DOPAC — dihydroxyphenylacetic acid; HBA — hydroxybenzoic acid; CA — caffeic acid; HA — hippuric acid; HPA — hydroxypicolinic acid; HVA — 4-hydroxy-3-methoxyphenylacetic acid; HPPA — hydroxyphenylpyruvic acid; FA — ferulic acid, BA — benzoic acid; ERC — eriocitrin; ERI — eriodictyol; FIS — fisetin; HSD — hesperidin; HST — hesperetin; NAR — naringenin; NARG — naringin; NHSD — neohesperidin; NRI — narirutin; PIN — pinocembrin; QUE — quercetin; R-ERI — R-enantiomer of eriodictyol; R-NAR — R-enantiomer of naringenin; RUT — rutin; S-ERI — S-enantiomer of eriodictyol; S-HST — S-enantiomer of hesperetin; S-NAR — S-enantiomer of naringenin; TAX — taxifolin, LDLs — low-density lipoproteins.

### ВВЕДЕНИЕ

Нарушения липидного и углеводного обменов являются ведущими патогенетическими факторами метаболического синдрома (ожирение, дислипидемия, сахарный диабет, жировая болезнь печени, кардиосклероз, ишемическая болезнь сердца (ИБС)), уменьшающего как продолжительность, так и качество жизни современного человека [1].

Ожирение и избыточная масса тела — распространённая проблема во всем мире. Более 2 млрд взрослых (примерно 30% населения) земного шара имеют избыточный вес или ожирение. В России по данным литературы количество людей с избыточной массой тела в 2021 году составило 40,3% [2, 3]. Кроме того избыточная масса тела и ожирение — установленный факт риска

ИБС. Особую тревогу вызывают данные метаанализа по распространённости избыточной массы тела (от 3,9 до 29,1%) и ожирение (1,2 до 25,3%) в Российской Федерации в детской популяции. Экзогенно-конституциональное ожирение является самой распространённой формой в подростковом возрасте [4].

Современными исследованиями установлено, что липотоксичность ускоряет апоптоз, вызывает воспалительную реакцию, что ведёт к хроническому заболеванию печени. В патогенезе ожирения, как хронического провоспалительного заболевания, значительная роль отводится макрофагам, окислительному стрессу, наследственной предрасположенности. Кроме того, окисленные липиды и белки могут быть цитотоксическими, вызывать повреждение

мембран и мембраносвязанных рецепторов, провоцировать ферментативную дисфункцию, нарушать сигнальные каскады, провоцировать развитие астмы, активировать провоспалительные процессы [5, 6].

В настоящее время отечественная научная медицина использует около 300 видов лекарственных растений. Помимо уже востребованных в медицине и фармации видов, следует отметить важность новых, малоизученных растительных источников биологически активных соединений (БАС), в том числе перспективных при нарушениях жирового и углеводного обмена [7, 8]. В этом отношении интерес представляют виды растительного сырья, содержащие фенольные соединения, так как этиология многих заболеваний (сердечно-сосудистые болезни, сахарный диабет, атеросклероз) ассоциируются с гиперлипидемией. Гиперлипидемия является ведущим фактором, определяющим развитие неалкогольной жировой болезни печени, приводящей к дисфункции, нарушению других систем организма и обменных процессов [9].

Согласно данным L.V. Vasileva и соавт. [10], хлорогеновая и кофейная кислоты участвуют в регуляции дифференцировки и метаболизма адипоцитов, а для хлорогеновой кислоты характерны эффекты, приводящие к потере веса, подавлению липогенеза и уменьшению стеатоза печени [11].

Выявление перспективных лекарственных растений и их БАС, которые могут проявлять гиполлипидемическую, гипохолестеринемическую, гипогликемическую и другие виды активности является актуальным. К таким растениям можно отнести фацелию пижмолистную (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), семейства бурчанниковые (*Boraginaceae*), являющуюся культивируемым видом на территории Российской Федерации [12].

Это растение акклиматизировалось в России и фактически стало «своим», что связано с обильным самосевом. Одной из особенностей фацелии пижмолистной является короткий период вегетации. Она может выращиваться в условиях непродолжительного лета, поэтому данное растение широко культивируется в различных регионах России — Омской области и даже в Сибири [13, 14].

В последние годы фацелия пижмолистная стала возделываться на Северном Кавказе, и особенно на Ставрополье, где начала активно использоваться как популярный медонос [15].

На Северном Кавказе, в том числе в регионе Кавказских Минеральных Вод, в условиях длительного, почти полугодового, безморозного периода фацелия пижмолистная может давать несколько урожаев: ранние посевы возможны в начале апреля, основной период вегетации и цветения приходится на первую половину лета, поздние посевы возможны в июне, основной

период вегетации и цветения — июль–август [16].

Ранее исследования данного растения преимущественно касались изучения морфологических диагностических признаков, аллелопатического потенциала, гербицидных свойств, применения фацелии как медоносной и кормовой культуры. На сегодняшний день наблюдается увеличение интереса к изучению химического состава надземной части фацелии, мёда на основе растения, к отдельным БАС, входящим в их состав, а также появляются результаты изучения фармакологической активности этого перспективного вида. За последние годы получены и опубликованы данные, подтверждающие присутствие в химическом составе фацелии пижмолистной ароматических кислот, фенольных соединений (флавоноиды, антоцианы, гидроксикоричные кислоты, дубильные вещества), аминокислот (тирозин, фенилаланин), феноламидов и некоторых важнейших минералов. Получены результаты по изучению антиоксидантной активности фацелиевого мёда [14, 17].

Поскольку наблюдается тенденция к изучению фацелии пижмолистной учёными из разных уголков мира, открытию новых свойств растения, то, на наш взгляд, актуальным представляется провести анализ полученной информации и обобщить накопленный опыт исследований, найденный как в научной литературе, так и собственный в данном обзоре.

Работ по фармакогностическому изучению фацелии пижмолистной, культивируемой в России, не найдено. Перспективность использования фацелии пижмолистной из семейства бурчанниковые в качестве источника лекарственного растительного сырья (ЛРС), делает актуальным исследование биохимических особенностей этого растения для целей интродукции.

Использование культивируемых растений в качестве источников ЛРС обеспечивает стабильную сырьевую базу, меньшую вариабельность химического состава, возможность использования механизированного посева, обработки и заготовки.

Не менее важным для интродуцентов, в том числе для фацелии пижмолистной, является семенной способ размножения, так как в год посева можно получить необходимое количество растительного сырья. По данным литературы и нашими исследованиям установлено, что урожайность сырой фитомассы составляет 280–300 ц/га, а семян — 4,5–5,5 ц/га [18–20].

В России возрождение лекарственного растениеводства вполне обоснованно, так как в стране имеются значительные экологически чистые территории, пригодные для выращивания порядка 70% лекарственных растений для производства фитопрепаратов в условиях промышленного производства. Данная проблема приобретает

особую актуальность в соответствии с утверждённой Правительством Российской Федерации Стратегией развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 г.<sup>1</sup>, основным вектором которой является разработка и внедрение лекарственных препаратов отечественного производства.

Также мы считаем необходимым отметить, что система органического земледелия, которой уделяется в России большое значение, позволит предотвратить риски загрязнения сырья фацелии пижмолистной. Наличие отечественной агротехнологии даст возможность влиять на качество урожая надземной массы фацелии пижмолистной, накопление вторичных метаболитов, сохранить растение от вредителей и болезней.

Отмеченные характеристики позволяют рассматривать фацелию пижмолистную как перспективное растение для промышленного производства.

**ЦЕЛЬ.** Провести обзор и систематизацию научных данных о химическом составе, применении в медицине и фармации, и обоснование необходимости дальнейшего изучения перспективного растения фацелии пижмолистной.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для написания обзора были проанализированы тексты доступных источников научной информации, размещенные в электронных базах eLibrary, Киберленинка, Google Академия и PubMed. Поиск публикаций проводили за период с января 2001 по январь 2026 г., глубина поиска составила 25 лет. Период поиска и анализа научной литературы составил 23 месяца, первый запрос осуществлён в марте 2024 года, последний — в январе 2026 года. Для выявления релевантных публикаций использовали сочетания терминов на русском и английском языках. В ходе анализа проводили поиск по следующим ключевым запросам: фацелия, «*Phacelia*», фацелия пижмолистная, «*Phacelia tanacetifolia*», виды фацелии, фенольные соединения, «phenolic compounds», гидроксикоричные кислоты, флавоноиды, «flavonoids», феноламиниды, фенилпропаноиды, гидроксицинаматы, ожирение, гиперлипидемия.

По основному ключевому запросу «*Phacelia*» в базе PubMed, с учётом установленного фильтра на поиск данных за 2021–2026 гг., обнаружено 103 научные работы, в процессе были исключены статьи после конкретизации запроса на «*Phacelia tanacetifolia*» ( $n=53$ ), отсева дубликатов ( $n=10$ ) и

неполнотекстовых статей ( $n=21$ ), в обзор было включено 19 научных работ. В базе Киберленинка найден 391 источник, после конкретизации запроса («фацелия пижмолистная») исключены 320 работ, отсева дубликатов ( $n=15$ ), и отброса работ, не соответствующих тематике заданного ключевого запроса ( $n=7$ ), для оценки на приемлемость выбрали 49 статей, из которых в обзор включили 5 источников. По данному ключевому запросу в электронной библиотеке eLibrary обнаружено 1602 научные работы (2001–2026 гг.), после конкретизации запроса («фацелия пижмолистная») исключили 1263 статьи по причине несоответствия тематике заданного запроса ( $n=267$ ), отсева дубликатов ( $n=34$ ) и неполнотекстовых статей ( $n=22$ ), изучили 16 научных работ, из которых в обзор включили 2 научные статьи. В базе данных Google Академия по запросу «*Phacelia*» нашли 15 300 работ, в процессе исключили статьи после конкретизации запроса на «*Phacelia tanacetifolia*» ( $n=9290$ ), отсева дубликатов ( $n=2096$ ), отброса источников, несоответствующих тематике заданного запроса ( $n=3150$ ) и неполнотекстовых статей ( $n=456$ ), проанализировали 308 научных работ, 11 из которых включили в обзор.

Процесс отбора источников литературы и подготовку обзора проводили согласно рекомендациям PRISMA 2020<sup>2</sup>. На рисунке 1 изображена блок-схема, отражающая стратегию поиска публикаций.

Всего было найдено 6492 источников информации, в соответствии заданного нами поискового запроса («фацелия» и «*Phacelia*») после его конкретизации до запроса «фацелия пижмолистная» и «*Phacelia tanacetifolia*», а итоговое число работ, включённых в настоящий обзор, составило 37. Также использовали данные собственных исследований по изучению фитохимических свойств, количественного определения основных групп БАС фацелии пижмолистной и ее фармакологической активности, всего в обзор включено 10 работ. Остальные 22 источника использовали для обоснования актуальности изучения фацелии пижмолистной, ее потенциальной фармакологической активности, возможности применения для лечения и профилактики болезней, связанных с избыточной массой тела.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Характеристика семейства *Hydrophyllaceae* и *Boraginaceae*

На сегодняшний день статус семейства водолистниковые (*Hydrophyllaceae*) не определён и дискусионен.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства от 7 июня 2023 г. № 1495-р «Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/HqCzKkoTf7fzVdKSYbhNiZH2WTEAAQ3p.pdf>

<sup>2</sup> The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.equator-network.org/reporting-guidelines/prisma/>

Согласно классификации А.Л. Тахтаджяна (1982)<sup>3</sup> — это самостоятельное семейство, относящееся к порядку Синюховые (*Polemoniales*), подкласс Астериды. В более поздних классификациях А.Л. Тахтаджяна семейство было отнесено к порядку Пасленовые (*Solanales*) подкласса Ламииды (*Lamiidae*), затем к порядку бурачничкоцветные (*Boraginales*) того же подкласса<sup>4</sup>.

Следуя западным системам классификации цветковых растений, семейство водолистниковые вообще не выделяется, либо выделяется в ранг подсемейства в составе семейства бурачничковые, порядка Бурачничкоцветные (*Boraginales*)<sup>5</sup>. Этого же статуса придерживается и *Plants of the World*<sup>6</sup>. Представители семейства водолистниковые — исключительно американские виды, не встречающиеся в естественной флоре Старого Света.

Ранее в своих работах мы указывали фацелию пижмолистную как представителя семейства водолистниковые. Однако в настоящее время актуальной признаётся система цветковых растений APG IV (*Angiosperm Phylogeny Group 4th edition*), согласно которой фацелия пижмолистная относится к семейству бурачничковые (*Boraginaceae*) [21].

#### Характеристика рода *Phacelia* Juss.

Род Фацелия — самый многочисленный род семейства бурачничковые, включающий до 209 (данные *Plants of the World*) видов.

Все фацелии — одно- или многолетние травы (возможны двулетние) высотой от 60 до 120 см. Ареал обитания фацелий простирается от Аляски на севере до Аргентины на юге и больше тяготеет к западной половине Американского континента. В то же время фацелия не встречается на полуострове Лабрадор (Канада) и в тропических лесах Бразилии, Венесуэлы и Колумбии. Естественные ландшафты обитания фацелии — сухие леса, степи и полупустыни, в том числе горные [22].

Для фацелий характерно цимоеидное соцветие — завиток или извилина, собранное в зонтиковидный тирс. Цветки правильные, околоцветник двойной, пятичленный, венчик часто ярко окрашен в синий, фиолетовый или розовый цвет. Тычинок 5, у некоторых видов тычинки выступают из зева венчика. Плод — коробочка [13, 17]. Листья у разных видов фацелий варьируются от простых округлой формы листьев до сложных непарно-перисторассечённых.

Некоторые виды фацелии были введены в культуру в России. В настоящее время в нашей стране культивируется 5 видов: фацелия шелковистая (*Phacelia sericea* (Graham) A.Gray), фацелия колокольчатая (*Phacelia campanularia* A.Gray), фацелия скрученная (*Phacelia congesta* Hook.), фацелия пурша (*Phacelia purshii* Buckley) и фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Первые четыре вида известны только как декоративные, и недостаточно широко распространены в культуре [23].

#### Характеристика вида

##### *Phacelia tanacetifolia* Benth.

Родиной фацелии пижмолистной является западная часть Северной Америки: штаты Калифорния, Аризона (США), Верхняя и Нижняя Калифорния, Сонора и прилегающие территории (Мексика) [23, 24]. Произрастает в сухом субтропическом климате. Поднимается в горы (1500 метров над уровнем моря). Собираетелем растений Давид Дуглас (1798–1834) привез растение в Шотландию из путешествия по Северной Америке и Калифорнии в 1832 году. В 1837 году её описал английский ботаник Г. Бентам. Из Англии фацелия вскоре попала в Германию и затем распространилась по всей Европе, в том числе и в России [24].

Несмотря на то, что естественный ареал фацелии пижмолистной расположен в субтропическом географическом поясе, растение легко вводится в культуру в странах с умеренным климатом, вплоть до северного полярного круга. В настоящее время фацелия пижмолистная распространена почти по всей территории США и большей части Канады [24, 25]. Введена в культуру практически во всех странах Европы.

Фацелия пижмолистная является однолетним травянистым растением, высота которого может варьировать от 60 до 120 см. Растение полностью покрыто густыми короткими и редкими длинными белыми волосками. Имеет прямостоячий стебель, ветвящийся в верхней части. Листья очередные, перисторассечённые, длиной 8–9 см, шириной 4–5,5 см, неравномерно пальчато-зубчатые по краю [26, 27].

Листья своей формой и расчленением напоминают листья пижмы обыкновенной, что послужило присвоению видового названия [28]. Соцветие фацелии пижмолистной можно охарактеризовать как цимоеид, что свойственно растениям семейства водолистниковые. Соцветие представляет собой тирс из крупных колосовидных завитков [17, 29].

Цветки собраны в густое одностороннее соцветие — колосовидный завиток. Цветки актиноморфные, иногда в соцветиях могут быть

<sup>3</sup> Жизнь растений: В 6-ти томах. Т. 5. Ч. 2. Цветковые растения / Гл. ред. А.А. Федоров / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. М.: Просвещение, 1981. — 511 с.

<sup>4</sup> Takhtajan System of Angiosperm Classification, 1997.

<sup>5</sup> The Plant List (2013). Version 1.1. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/>

<sup>6</sup> POWO (2025). *Plants of the World Online*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://powo.science.kew.org/>

слегка зигоморфные, околоцветник двойной [29]. Чашечка сростнолистная, 6–7 мм длиной, из пяти чашелистиков. Венчик сростнолепестный длиной 8 мм, колокольчатой формы, с ушками, лепестков пять, цвет венчика светлый сине-фиолетовый. В зависимости от фазы цветения может незначительно меняться. Тычинок 5 отчётливо видных, длинных. Цвет тычинок аналогичен цвету лепестков, что может выступать как характерный диагностический признак данного вида [13, 17, 28, 29]. Гинецей ценокарпный из двух плодолистиков, формирующих пестик. Плод — двустворчатая коробочка, шаровидной или яйцевидной формы [13, 29].

Габитус растений имеет важное значение при заготовке сырья. Фацелия пижмолистная имеет прямостоячий стебель, что даёт возможность организовать механизированный сбор в промышленных масштабах. Характеризуя биологические особенности, растение очень продуктивно, в наших климатических условиях, возможно проводить сбор сырья дважды за один летний сезон, поскольку семена фацелии пижмолистной имеют высокую энергию прорастания. Высокую жизнеспособность растения в условиях юга России обеспечивает самосев, который мы неоднократно наблюдали в Ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России [30].

Проведённое нами изучение морфологических и анатомических характеристик сырья — травы фацелии пижмолистной — позволило установить основные макро- и микроскопические диагностические признаки [31].

#### **Химический состав фацелии пижмолистной**

До недавнего времени поиск информации о химическом составе растения в научной литературе являлся трудной задачей. В связи с расширением площадей выращивания фацелии пижмолистной не только за рубежом, но и в России, все чаще исследователи занимаются изучением химического состава различных частей растения.

Так, изучение состава корней, листьев, стебля и цветков фацелии методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) установило наличие фенольных соединений: некоторых фенолкарбоновых кислот и флавоноидов [32]. В результате исследователями S. Vajkasz и соавт. обнаружены фенолкарбоновые кислоты: галловая, кофейная, 4-гидроксibenзойная, 3,4-дигидроксibenзойная; и флавоноиды: рутин, кверцетин, гесперидин, нарингин, эриоцитрин (Рис. 2) [32]. Обнаружение фенольных соединений проводилось с использованием спиртовых извлечений, полученных из

цветков, листьев, стеблей и корней фацелии пижмолистной. Количество фенольных соединений (фенолкарбоновых кислот и флавоноидов) в извлечениях фацелии составило 21,9 мкг/г.

Во всех исследованных образцах фацелии, проанализированных методом ВЭЖХ-МС/МС, преобладали рутин (флавоноид) и 4-гидроксibenзойная кислота (фенольная кислота), однако существенной разницы между их содержанием в цветках и листьях не выявлено. Наибольшее содержание флавоноидов обнаружено в цветках фацелии (от 0,16 до 13,922 нг/г). Соединениями с самыми высокими концентрациями в образцах цветков был рутин, за ним следуют гесперидин и неогесперидин. Также более высокое содержание фенольной кислоты (4-гидроксibenзойная кислота) наблюдалось в цветках фацелии (от 0,80 до 4784 нг/г). Данные, полученные для гиппуридной кислоты, 3-гидроксibenзойной и 3-гидроксипиколиновой кислот, в основном указывали на более низкие концентрации по сравнению с другими кислотами [32].

J. Krug и соавт. в своем исследовании изучали распределение некоторых флаванолов (эриодиктиол, ликвиритигенин, нарингенин, гесперетин) – энантиомеров в свободной форме и связанных с гликозидами в разных частях фацелии пижмолистной (Рис. 3).

В результате наибольшее содержание гесперетина определено в листьях фацелии (0,38 мкг/г), где он присутствовал в виде гликозида и только в виде (S)-энантиомера [33].

Результаты проведённого анализа химического состава разных частей фацелии пижмолистной приведены в таблице 1.

Методом тонкослойной хроматографии подтверждено присутствие в траве фацелии пижмолистной флавоноидов (рутин, кверцетин), фенолкарбоновых кислот (кофейная, галловая, хлорогеновая), качественными реакциями обнаружены гидролизующие дубильные вещества, флавоноиды [34]. Изучение количественных характеристик спектрофотометрическим методом позволило установить содержание основных действующих веществ в траве исследуемого растения: флавоноидов (2,3%±0,17), фенолкарбоновых кислот (2,9%±0,15), антоцианов в цветках (0,53%±0,09) [35, 36].

Методом ВЭЖХ в траве фацелии пижмолистной проведены идентификация и количественное определение фенольных соединений (гидроксикоричные кислоты — галловая (2,02 мг%), хлорогеновая (9,48 мг%), феруловая (7,50 мг%), кофейная (4,27 мг%); флавоноиды — кверцетин (1,4 мг%), лютеолин, апигенин, рутин (0,9 мг%), гиперозид; кумарины — умбеллиферон) [37, 38].

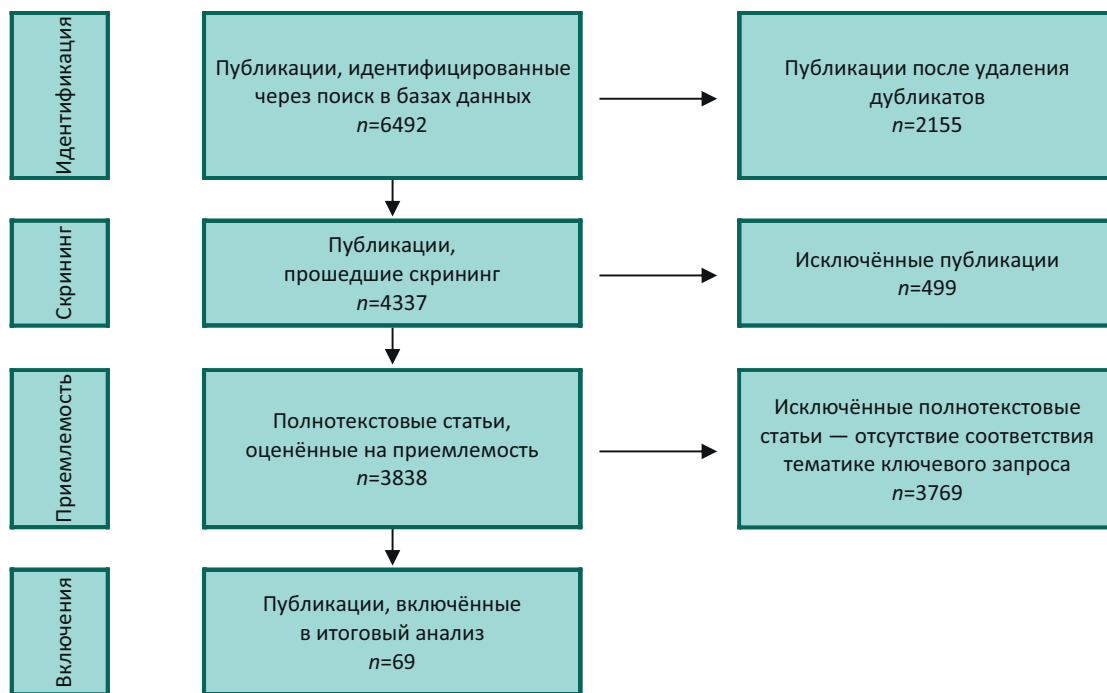


Рисунок 1 — Блок-схема отбора источников литературы.

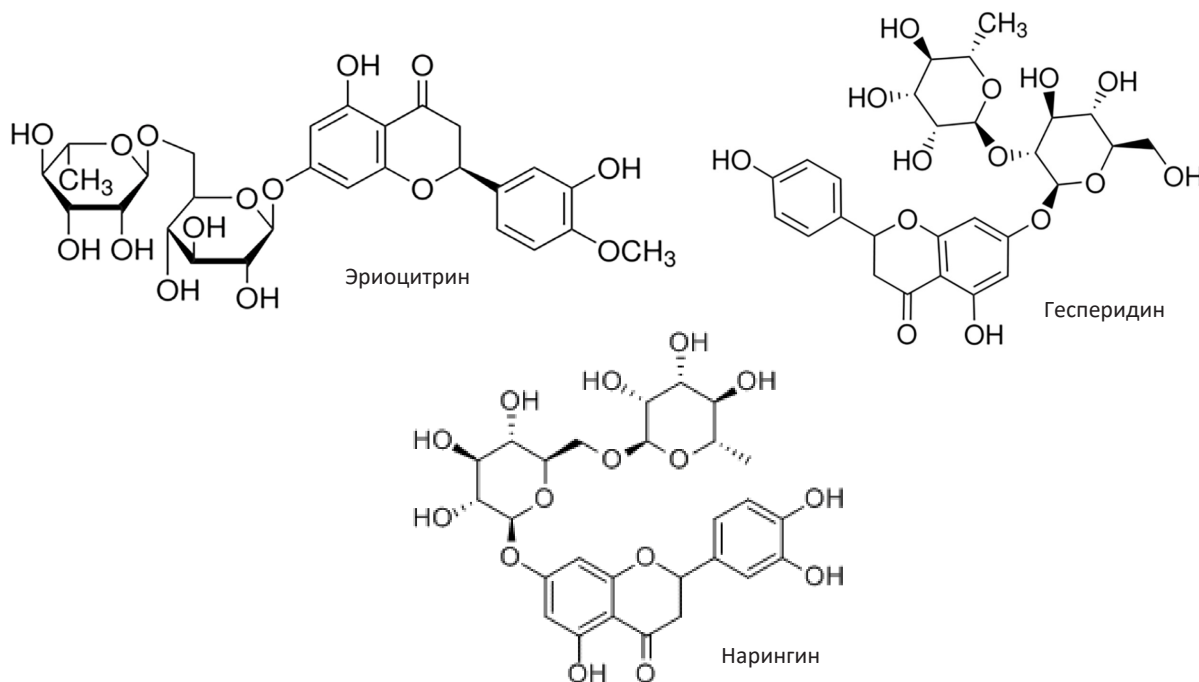


Рисунок 2 — Структурные формулы гесперидина, нарингина, эриоцитрина.

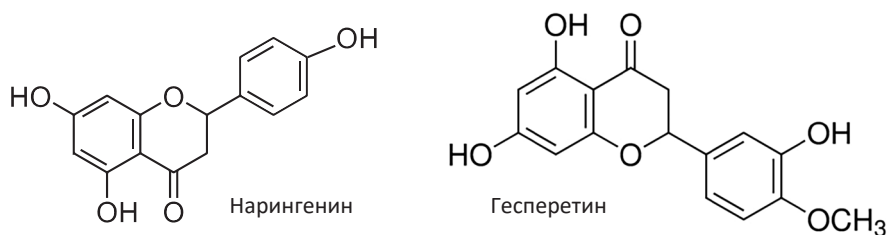


Рисунок 3 — Структурные формулы нарингенина, гесперетина.

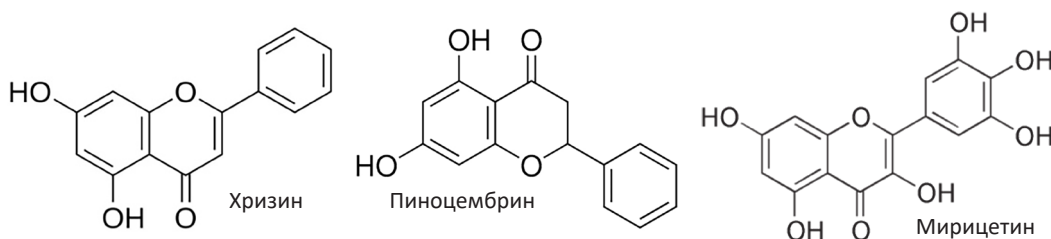


Рисунок 4 – Структурные формулы хризина, пиноцембрина, мирицетина.

Таблица 1 — Содержание химических веществ в различных частях фацелии пижмолистной

Химический состав	Концентрация, нг/г <sup>-1</sup>			
	Корни	Стебли	Листья	Цветки
<i>Ароматические кислоты</i>				
3,4-DHBA (3,4-дигидроксибензойная)	211,90 (B)	212,90 (B)	230,20 (B)	347,50 (B)
DOPAC (3,4-дигидроксибензилуксусная)	380,60 (B)	1199,0 (B)	1956,0 (B)	868,90 (B)
4-HBA (4-гидроксибензойная)	4049,0 (B)	3809,0 (B)	3915,0 (B)	4784,0 (B)
CA (кофейная кислота)	1444,0 (B)	873,0 (B)	911,90 (B)	404,10 (B)
HA (гиппуридная кислота)	0,73(B)	0,76 (B)	27,10 (B)	0,80 (B)
3-HBA(3-гидроксибензойная)	2,47(B)	0,27 (B)	0,34 (B)	21,60 (B)
3-HPA (3-гидроксипиколиновая)	0,22 (B)	0,20 (B)	1,37 (B)	7,90 (B)
HVA (4-гидрокси-3-метоксибензилуксусная)	43,50 (B)	25,0 (B)	13,0 (B)	24,10 (B)
3,4-HPPA (4-гидрокси-фенилпировиноградная)	237,20 (B)	141,40 (B)	161,50 (B)	77,90 (B)
p-CA (пара-кофейная кислота)	324,80 (B)	11778,0 (B)	297,90 (B)	173,40 (B)
FA (феруловая кислота)	823,80 (B)	608,10 (B)	610,10 (B)	385,60 (B)
BA (бензойная кислота)	197,30 (B)	170,90 (B)	360,90 (B)	648,50 (B)
<i>Флавоноиды</i>				
ERC (эриоцитрин)	–	–	3,09 (B)	3,09 (B)
ERI (эриодиктиол)	0,19 (B)	2,50 (B)	25,80 (B)	21,30 (B)
FIS (физетин)	–	–	–	14,70 (B)
HSD (гесперидин)	0,97 (B)	57,60 (B)	66,50 (B)	93,10(B)
HST (гесперетин)	0,42 (B)	–	0,67 (B)	0,16 (B)
NAR (нарингенин)	1,00 (B)	0,99 (B)	1,88 (B)	1,60 (B)
NARG (нарингин)	–	0,31 (B)	–	0,78 (B)
NHSD (неогесперидин)	0,52 (B)	34,10 (B)	22,20 (B)	62,10 (B)
NRI (нарирутин)	4,75 (B)	7,60 (B)	3,60 (B)	7,80 (B)
PIN (пиноцембрин)	–	–	0,33 (B)	0,24 (B)
QUE (кверцетин)	0,27 (B)	74,30 (B)	58,10 (B)	20,60 (B)
R-ERI (R-энантиомер эриодиктиола)	–	365,0 (K)	2574,0 (K)	1502,0 (K)
R-NAR (R-энантиомер нарингенина)	–	141,0 (K)	230,0 (K)	311,0 (K)
RUT (рутин)	2336,0 (B)	1129,0 (B)	10296,0 (B)	13992,0 (B)
S-ERI (S-энантиомер эриодиктиола)	–	460,0 (K)	4752,0 (K)	4461,0 (K)
S-HST (S-энантиомер гесперетина)	–	210,0 (K)	380,0 (K)	244,0 (K)
S-NAR (S-энантиомер нарингенина)	–	724,0 (K)	1298,0 (K)	1656,0 (K)
TAX (дигидрокверцетин)	4,00 (B)	1,59 (B)	5,90 (B)	0,79 (B)

Примечание: таблица составлена согласно S. Vajkasz и соавт. [32] — (B), и J. Kruk и соавт. [33] — (K).

Всё чаще встречаются научные работы по изучению фацелии пижмолистной отечественными исследователями. Так, Д.Н. Оленников и соавт. в результате ВЭЖХ анализа с фотодиодным детектором и времяпролётным масс-детектором (ВЭЖХ-ФДД-ВП-МС) в траве фацелии пижмолистной обнаружили флавоноиды, гидроксициннаматы и феноламиды [14]. Среди флавоноидов впервые были выявлены тифанеозид, кемпферол 3-О-неогесперидозид, календофлавозид, изокверцитрин, никотифлорин, нарциссин, астрагалин, изорамнетин 3-О-глюкозид, изоориентин, космосиин, кверцетин 3-О-глюкозид. Обнаруженные в траве фацелии пижмолистной гидроксициннаматы являлись циннамоилхинными кислотами (монокофеилхинные: 1-О-кофеилхинная (транс-), 4-О-кофеилхинная (транс-), 5-О-кофеилхинная (транс-), 3-О-кофеилхинная (транс-), 5-О-кофеилхинная (цис-) и моноферулоилхинные: 1-О-ферулоилхинная (транс-), 4-О-ферулоилхинная (транс-), 5-О-ферулоилхинная (транс-), 5-О-ферулоилхинная (цис-), 3-О-ферулоилхинная (цис-)). Среди установленных феноламидов можно выделить производные спермидина (саффлоспермидины А и В), а также выделен новый феноламид — фацелиазид, содержание которого было наибольшим [14].

Проведение количественной оценки данных групп веществ в 8 отечественных сортах фацелии пижмолистной позволило установить содержание флавоноидов (от 0,99 до 3,61 мг/г), фенилпропаноидов (от 1,53 до 15,69 мг/г), гидроксициннаматов (от 0,57 до 5,71 мг/г) и феноламидов (от 0,89 до 9,5 мг/г) [14].

### Фацелия пижмолистная — медонос

Фацелиевый мёд высоко ценится своим ароматом и вкусовыми качествами. О ценных свойствах фацелиевого мёда известно во всем мире. Так, согласно результатам исследований этого продукта, идентифицированы основные природные соединения, отвечающие за его терапевтическую активность, известен минеральный состав, а также подробно описаны свойства мёда фацелии [39, 40–42].

Антиоксидантная, антибактериальная, противовирусная, противовоспалительная, антитромботическая и противоаллергическая способность меда объясняется многими факторами, такими как pH, содержание сахара, уровень перекиси водорода и содержание фенольных соединений, большинство из которых присутствуют в виде флавоноидов [26]. Благотворное влияние флавоноидов на здоровье человека обусловлено их антиоксидантной активностью в отношении катионов двухвалентных переходных металлов,

участвующих в процессах образования радикалов [26, 43, 44]. Зарубежными исследователями проводилось изучение антиоксидантной активности пыльцы фацелии пижмолистной [45]. Спектрофотометрическим методом ими было определено общее содержание фенолов, флавоноидов и рассчитан индекс относительной антиоксидантной способности. В результате исследования установлено, что пыльца фацелии обладает высоким уровнем антиоксидантной активности, проявление которой авторы связывают с присутствием фенольных соединений [45]. Основными соединениями, отвечающими за антиоксидантную активность мёда, являются флавоноиды (хризин, пиноцембрин, кверцетин, галангин, кемпферол, гесперидин и мирицетин), фенольные кислоты (кофейная, кумаровая, элаговая, феруловая и хлорогеновая кислоты), аскорбиновая кислота, каталаза, пероксидаза, каротиноиды (Рис. 4) [43, 44].

Исследования химического состава мёда проводились в Польше. В 2019 году проведён анализ химического состава мёда фацелии, в результате которого были качественно и количественно обнаружены фенольные кислоты: галловая, кофейная, феруловая, хлорогеновая, а также флавоноиды: кверцетин, кемпферол, мирицетин, нарингенин, апигенин [13]. Соединениями с наибольшим содержанием в мёде были кверцетин (0,293±0,008 мг) и кемпферол (0,304±0,036 мг) на 100 г мёда. Также ими была изучена антиоксидантная активность фацелиевого мёда спектрофотометрическим методом, основанном на взаимодействии антиоксидантов со стабильным хромоген-радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом. Метод ультра-ВЭЖХ позволил выявить в составе фацелиевого мёда следующие химические вещества: 6 соединений азота, включая ароматические аминокислоты (тирозин (14,66±10,22 мг/кг), фенилаланин (20,41±11,99 мг/кг)), производные пурина (аденин (18,45±4,63 мг/кг), ксантин (10,53±2,98 мг/кг)), нуклеозид уридин (42,84±9,26 мг/кг) [39].

По данным научной литературы, основным компонентом фацелиевого мёда венгерского происхождения является флавонон — гесперидин, а минеральный состав представлен калием (102–130 мг/кг), магнием (4,09–5,16 мг/кг), кальцием (9,12–12,5 мг/кг) и натрием (3,02–3,81 мг/кг) [41–43].

Использование мёда фацелии пижмолистной упоминается в китайской народной медицине. Там его применяли как мочегонное, дезинфицирующее средство, использовали при лечении ожогов [46]. Согласно литературным данным, фацелиевый мёд обладает эстрогенным действием, сильным омолаживающим эффектом, а также поддерживает

уровень холестерина в крови [46–48]. Особенно ценится мёд на основе фацелии лекарями Западной Сибири. Фацелиевый мёд используется в народной медицине для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, для нормализации обменных процессов, укрепления иммунитета, а также в качестве общеукрепляющего средства [49–51].

### Потенциальная фармакологическая активность фацелии пижмолистной

Научных данных о проведении исследований фармакологической активности фацелии пижмолистной не найдено. Однако, исходя из имеющейся информации об изучении антиоксидантной активности мёда на основе фацелии пижмолистной, а также данных о применении мёда в народной медицине как средства для лечения болезней сердечно-сосудистой системы и снижающее уровень холестерина, можно говорить, что фацелия пижмолистная является потенциальным источником БАС, обладающих гиполипидемической и антиоксидантной активностью.

Многими учёными установлено, что проявление наиболее выраженного антиоксидантного, гепатопротекторного и антиоксидантного действия характерно для комплекса БАС из ЛРС, в котором доминирующими компонентами являются фенольные соединения, в том числе гидроксикоричные кислоты и флавоноиды [44, 52, 53]. Установлен механизм лечебного эффекта хлорогеновой кислоты у животных с прогрессирующим алкогольным стеатогепатитом (введение этанола в количестве 4 г/кг в течение 8 недель) и диетой с высоким содержанием жиров за счет ее антиоксидантного и противовоспалительного действия [54].

Известно, что хлорогеновая кислота путём снижения уровня малонового диальдегида в плазме крови и в составе липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), уменьшает чувствительность ЛПНП к окислению, тем самым снижая риск сердечно-сосудистых заболеваний [55, 56].

Имеются сведения о том, что различные флавоноиды уменьшают окисление ЛПНП, ингибируют агрегацию тромбоцитов, замедляют скорость образования атеросклеротических бляшек, снижают экспрессию молекул адгезии в клетках эндотелия, вызывают расслабление сосудов и снижают артериальное давление [57, 58].

Данные предположения о потенциальной фармакологической активности фацелии пижмолистной подтверждаются в результате проведённых фармакологических исследований [59]. Показано, что профилактическое применение

экстракта фацелии пижмолистной на модели острой гиперлипидемии, вызванной этанолом, демонстрирует гиполипидемическое действие, обусловленное снижением триглицеридов и общего холестерина в сыворотке крови и гомогинате печени [60]. Экстракт фацелии пижмолистной обладает антиатерогенным действием, тормозит гуморальное проявление атеро-артериосклероза: снижает гиперлипидемию, препятствует активации перекисного окисления липидов, по-видимому, за счёт повышения антиоксидантной системы и защитного влияния на локальные сосудистые механизмы атерогенеза [60].

Избыточная масса тела человека и ожирение могут отображать современные негативные процессы — раннюю дисквалификацию по некоторым специальностям, расширение спектра и омоложение заболеваний, сокращение активной профессиональной деятельности. Исходя из сказанного, целесообразно использовать актуальные подходы современной медицины, концепцию профессионального здоровья, в основе которой лежит принцип профилактики, способствующий решению основной задачи — продлению профессионального долголетия.

В этой связи, исследование фацелии пижмолистной как потенциального источника фармацевтических субстанций, обладающих гиполипидемической и гепатопротекторной активностью, представляет как научный, так и практический интерес. Сведения о потенциальной фармакологической активности фацелии пижмолистной могут быть основанием для разработки ЛП, а также биологически активных добавок к пище (БАД), рынок которых непрерывно растёт [61].

### Фацелия – сидерат

Как отмечают А. Schappert и соавт., фацелия пижмолистная более эффективно покрывает почву при выращивании в монокультуре, а не в смесях, что оказывает большое влияние на уменьшение поверхностной эрозии [62]. Кроме того, она подавляет рост сорняков [63] и улучшает структуру почвы [64]. N Tursun и соавт. доказали, что фацелия пижмолистная как покровная культура в абрикосовых садах уничтожает сорняки почти на 75% [65]. Живая фацелия менее эффективна, чем, например, глифосат или механическая борьба с сорняками, но после скашивания или вспашки она более эффективна, чем эти обработки<sup>7</sup>. Некоторые авторы указывают, что участок после фацелии пижмолистной, по сравнению с горчицей белой (*Sinapis alba* L.), характеризуется большей численностью и биоразнообразием сопутствующих

<sup>7</sup> Lipinski M. Pozytki pszczele. Zapylenie i miododajność roślin; PWRiL: Warszawa, Poland, 2010.

растений, например, при органическом возделывании овса [66]. На основании изучения стресса от засухи у растений в тепличном эксперименте было обнаружено, что фацелия пижмолистная имеет гораздо более высокую устойчивость к уменьшению количества воды по сравнению с *Sinapis alba* L. и *Avena strigosa* Schreb. (овес щетинистый) [67, 68]. М. Handlířová и соавт. обнаружили, что в агроэкосистеме с высокой среднегодовой температурой и малым количеством осадков фацелия пижмолистная достигает более высоких и стабильных урожаев по сравнению с гречихой посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) [69].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛРС, содержащее в своем составе фенольные соединения, а также препараты на его основе имеют особую важность в фитотерапии, поскольку обладают богатой областью применения и большим спектром терапевтической активности.

Согласно изученным и обобщенным в статье научным данным, фацелия пижмолистная является перспективным для изучения растением. Доказана эффективность полученных на основе ЛРС фацелии экстрактов, а именно антиоксидантная, гиполипидемическая и гепатопротекторная активности. Фацелия пижмолистная может стать ценным источником БАС, применяемым для лечения основных сердечно-сосудистых болезней (атеросклероз и др.) и заболеваний печени. Кроме того, ценность растения как медоноса и сидерата, свидетельствует о необходимости дальнейшего изучения фацелии пижмолистной.

Учитывая сведения предоставленных литературных данных, следует отметить, что химический состав и спектр биологической активности основных БАС фацелии пижмолистной может явиться основанием для разработки новых ЛП с прогнозируемыми фармакологическими свойствами для профилактики и лечения социально значимых заболеваний.

### ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Данное исследование не имело финансовой поддержки от сторонних организаций.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### ВКЛАД АВТОРОВ

П.А. Шейхмагомедова — сбор и анализ данных, визуализация, написание черновика рукописи; О.И. Попова — определение концепции, сбор и анализ данных, визуализация, пересмотр и редактирование рукописи; И.В. Попов — сбор и анализ данных визуализация, написание черновика рукописи, пересмотр и редактирование рукописи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ким О.Т., Драпкина О.М. Эпидемия ожирения через призму эволюционных процессов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2022. – Т. 21, № 1. – С. 72–79. DOI: 10.15829/1728-8800-2022-3109. EDN: MUTNZI
2. Стрюкова Е.В., Шрамко В.С., Каштанова Е.В., Полонская Я.В., Стахнева Е.М., Кургузов А.В., Чернявский А.М., Рагино Ю.И. Цитокиновый профиль и содержание метаболитических гормонов у мужчин с коронарным атеросклерозом на фоне избыточной массы тела // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2023. – Т. 175, № 1. – С. 107–111. DOI: 10.47056/0365-9615-2023-175-1-107-111. EDN: YDOLZU
3. Баланова Ю.А., Шальнова С.А., Деев А.Д., Имаева А.Э., Концевая А.В., Муромцева Г.А., Капустина А.В., Евстифеева С.Е., Драпкина О.В. Ожирение в российской популяции – распространенность и ассоциации с факторами риска хронических неинфекционных заболеваний // Российский кардиологический журнал. – 2018. – № 6. – С. 123–130. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-123-130. EDN: XSLTTN
4. Шишкова В.Н. Ожирение в зеркале психоэмоциональных нарушений: фокус на фармакотерапию // Фармация и фармакология. – 2022. – Т. 10, № 1. – С. 19–30. DOI: 10.19163/2307-9266-2022-10-1-19-30. EDN: EZCDXP
5. Даренская М.А., Рычкова Л.В., Колесников С.И., Семенова Н.В., Никитина О.А., Лесная А.С., Колесникова Л.И. Показатели окислительного повреждения ДНК, белков и С-реактивного белка у девушек и юношей с экзогенно-конституциональным ожирением // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2023. – Т. 176, № 9. – С. 307–311. DOI: 10.47056/0365-9615-2023-176-9-307-311. EDN: FBXLEP
6. Bodirsky B.L., Dietrich J.P., Martinelli E., Stenstad A., Pradhan P., Gabrysch S., Mishra A., Weindl I., Mouël Ch.L., Rolinski S., Baumstark L., Wang X., Waid J.L., Lotze-Campen H., Popp A. The ongoing nutrition transition thwarts long-term targets for food security, public health and environmental protection // Sci Rep. – 2020. – Vol. 10, No.1. – Art. No.19778. DOI: 10.1038/s41598-020-75213-3
7. Самбукова Т.В., Овчинников Б.В., Ганопольский В.П., Ятманов А.Н., Шабанов П.Д. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2017. – Т. 15, № 2. – С. 56–63. DOI: 10.17816/RCF15256-63. EDN:

- ЗСИТВ
8. Оковитый С.В., Напалкова С.М., Повыдыш М.Н., Лужанин В.Г., Гончаров М.Ю., Яковлев Г.П. Лекарственные растения как источник перспективных фармацевтических субстанций для коррекции нарушений углеводного обмена // Фармация. – 2018. – Т. 67, № 7. – С. 8–13. DOI: 10.29296/25419218-2018-07-02. EDN: YMBZCH
  9. Роднова Е.А., Иванов В.В., Ледюкова С.И., Чучалин В.С., Ратькин А.В., Рахимова Б.Б., Хабаров А.А., Адекенов С.М. Гиполипидемическое действие леуколизина на модели острой гиперлипидемии, индуцированной этанолом // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12, № 1. – С. 43–48. DOI: 10.20538/1682-0363-2013-1-43-48. EDN: QABAON
  10. Vasileva L.V., Savova M.S., Amirova K.M., Balcheva-Sivenova Z., Ferrante C., Orlando G., Wabitsch M., Georgiev M.I. Caffeic and chlorogenic acids synergistically activate browning program in human adipocytes: Implications of AMPK – and PPAR – mediated pathways // Int J Mol Sci. – 2020. – Vpl. 21, No. 24. – P. 9740. DOI: 10.3390/ijms21249740
  11. Wang Z., Lam K.L., Hu J., Ge S., Zhou A., Zheng B., Zheng S., Lin S. Chlorogenic acid alleviates obesity and modulates gut microbiota in high-fat-fed mice // Food Sci Nutr. – 2019. – Vol. 7, No. 2. – P. 579–588. DOI: 10.1002/fsn3.868
  12. Ширяева Н.А., Наумкин В.П. Применение медоносных культур в декоративном растениеводстве // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (82). – С. 60–67. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2020.1.60. EDN: DNBCPP
  13. Чибис С.П., Смалюга Н.А., Чибис В.В. Сроки посева медоносной культуры фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) в Омской области // Разнообразное и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ботанического сада Омского ГАУ (25 сентября 2017 года). Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2017. – С. 169–174. EDN: ZSBZYL
  14. Оленников Д.Н., Корнопольцева Л.В., Лосоногова В.А., Величко В.В. Флавоноиды, гидроксидинаматы и феноламиды травы *Phacelia tanacetifolia* Benth. (*Boraginaceae*) // Химико-фармацевтический журнал. – 2025. – Т. 59, № 10. – С. 34–42. DOI: 10.30906/0023-1134-2025-59-10-34-42
  15. Чумакова В.В. Селекция и исследования лекарственных растений в Ставропольском крае: деятельность лаборатории Северо-Кавказского ФНАЦ // Аграрная наука. – 2018. – № 7-8. – С. 60–61. DOI: 10.25930/q3hn-m725. EDN: LZPNEL
  16. Попов И.В., Козлова В.В., Попова О.И., Коновалов Д.А. Исследования по формированию модели и методического обеспечения оценки качества фармацевтических услуг в фитотерапии на курортах Кавказских Минеральных Вод // Фармация и фармакология. – 2015. – № 2(9). – С. 67–71. DOI: 10.19163/2307-9266-2015-3-2(9)-67-71. EDN: UBRBRN
  17. Stanek N., Teper D., Kafarski P., Jasicka-Misiak I. Authentication of phacelia honeys (*Phacelia tanacetifolia*) based on a combination of HPLC and HPTLC analyses as well as spectrophotometric measurements // LWT. – 2019. – Vol. 107. – P. 199–207. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.03.009
  18. Савин А.П., Докукин Ю.В., Сабитова Л.Ш. Семенная продуктивность фацелии пижмолистной в зависимости от сроков посева // Пчеловодство. – 2019. – № 2. – С. 20–21. EDN: YWOBV
  19. Шейхмагомедова П.А. Опыт выращивания *Phacelia tanacetifolia* Benth. в Республике Дагестан // Беликовские чтения: Материалы IX Международной научно-практической конференции (03–04 декабря 2020 года). Пятигорск: Рекламно-информационное агентство на Кавминводах, 2021. – С. 120–128. EDN: IYGMER
  20. Шейхмагомедова П.А., Попова О.И. Некоторые показатели качества фацелии пижмолистной травы (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) // Вестник Южно-Казахстанской медицинской академии. – 2022. – № 4–7 (98). – С. 29–34. EDN: UMEYZD
  21. Chase M.W., Christenhusz M.J.M., Fay M.F., Byng J.W., Judd W.S., Soltis D.E., Mabberley D.J., Sennikov A.N., Soltis P.S., Stevens P.F. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2016. – Vol. 181. – P. 1–20. DOI: 10.1111/boj.12385
  22. Kälber T., Kreuzer M., Leiber F. Milk fatty acid composition of dairy cows fed green whole-plant buckwheat, phacelia or chicory in their vegetative and reproductive stage // Anim Feed Sci Technol. 2014. – Vol. 193. – P. 71–83. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.04.007
  23. Сарлаева М.Я., Васильева О.Ю. Развитие однолетних декоративных растений при весеннем посеве в условиях континентального климата // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 10. – С. 47–52. DOI: 10.28983/asj.y2021i10pp47-52. EDN: UAFAAU
  24. Kubíková Z., Smejkalová H., Hutýrová H., Kintl A., Elbl J. Effect of Sowing Date on the Development of Lacy Phacelia (*Phacelia Tanacetifolia* Benth.) // Plants (Basel). – 2022. – Vol. 11, No. 22. – P. 3177. DOI: 10.3390/plants11223177
  25. Dumanoglu Z. General Characteristics and Importance of Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) and Some Studies in Turkey // TURJAF. – 2019. – Vol. 7, No. 2. – P. 365–369. DOI: 10.24925/turjaf.v7i2.365-369.2349
  26. Kuš P.M., Jerković I., Marijanović Z., Kranjac M., Tuberoso C.I.G. Unlocking *Phacelia tanacetifolia* Benth. honey characterization through melissopalynological analysis, color determination and volatiles chemical profiling // Food Res Int. – 2018. – Vol. 106. – P. 243–253. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.12.065
  27. Castle D., Alkassab A.T., Bischoff G., Steffan-Dewenter I., Pistorius J. High nutritional status promotes vitality of honey bees and mitigates negative effects of pesticides // Sci Total Environ. – 2022. – Vol. 806 (Pt 4). – P. 151280. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.151280
  28. Uematsu K., Fukui Y. Role and regulation of cAMP in seed germination of *Phacelia tanacetifolia* // Plant Physiol Biochem. – 2008. – Vol. 46, No 8-9. – P. 768–774. DOI: 10.1016/j.plaphy.2007.10.015
  29. Horváth E, Szabó R. Weed surveying of phacelia (*Phacelia tanacetifolia* L.) and evaluating the efficiency of the weed control // Commun Agric Appl Biol Sci. – 2014. – Vol. 79, No. 2. – P. 99–103.
  30. Музыка А.А., Попов И.В. Популярный медонос фацелия пижмолистная // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: Сборник научных трудов. Пятигорск: РИА-КМВ, 2021. С. 187–192. EDN: CMZBOZ

31. Шейхмагомедова П.А., Попов И.В., Попова О.И. Морфолого-анатомическое изучение травы фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2021. – № 2. – С. 120–127. EDN: YGQOVD
32. Bajkacz S., Baranowska I., Buszewski B., Kowalski B., Ligor M. Determination of Flavonoids and Phenolic Acids in Plant Materials Using SLE-SPE-UHPLC-MS/MS Method // Food Analytical Methods. – 2018. – Vol. 11. – P. 3563–3575. DOI: 10.1007/s12161-018-1332-9
33. Kruk J., Baranowska I., Buszewski B., Bajkacz S., Kowalski B., Ligor M. Flavonoids enantiomer distribution in different parts of goldenrod (*Solidago virgaurea* L.), lucerne (*Medicago sativa* L.) and phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) // Chirality. – 2019. – Vol. 31. – P. 138–149. DOI:10.1002/chir.23041
34. Шейхмагомедова П.А., Попова О.И. Фитохимическое исследование фацелии пижмолистной // Материалы 67-й Всероссийской научной конференции молодых ученых и студентов с международным участием (24 мая 2019 года). Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью «АЛЕФ», 2019. – С. 575–578. EDN: WEAGKW
35. Шейхмагомедова П.А. Определение антоцианов в цветках фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Разработка лекарственных средств – традиции и перспективы: Сборник материалов (13–16 сентября 2021 года). Томск: Сибирский государственный медицинский университет. – 2021. – С. 161–163. EDN: BHDRFT
36. Шейхмагомедова П.А., Попова О.И. Идентификация фенольных соединений и разработка методики количественного определения суммы фенолкарбоновых кислот в траве фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2022. – Т. 25, № 12. – С. 44–50. DOI: 10.29296/25877313-2022-12-07. EDN: EDSVZL
37. Шейхмагомедова П.А., Попов И.В., Попова О.И. Состав фенольных соединений фацелии пижмолистной, выращиваемой в Дагестане // Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. – 2023. – № 5. – С. – 109–110. EDN: YTAWIU
38. Шейхмагомедова П.А., Чиряпкин А.С., Попова О.И. Исследование фенолкарбоновых кислот травы фацелии пижмолистной методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // XXV Международный Съезд ФИТОФАРМ 2024. Сборник тезисов. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, – 2024. – С. 144–145. EDN: LFWYOW
39. Kuś P.M., Włodarczyk M., Carlo I.G. Tuberoso C.I.G. Nitrogen compounds in *Phacelia tanacetifolia* Benth. honey: First time report on occurrence of (–)-5-epilithospermoside, uridine, adenine and xanthine in honey // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 255. – P. 332–339. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.02.093
40. Czipa N., Alexa L., Phillips C.J., Kovács B. Macro-Element Ratios Provide Improved Identification of the Botanical Origin of Mono-Floral Honeys // Eur Food Res Technol. – 2018. – Vol. 244. – P. 1439–1445. DOI: 10.1007/s00217-018-3057-9
41. Czipa N., András D., Kovács B. Determination of Essential and Toxic Elements in Hungarian Honeys // Food Chem. – 2015. – Vol. 175. – P. 536–542. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.12.018
42. Alvarez-Suarez J.M., Giampieri F., González-Paramás A.M., Damiani E., Astolfi P., Martínez-Sánchez G., Bompadre S., Quiles J.L., Buelga C.S., Battino M. Phenolics from Monofloral Honeys Protect Human Erythrocyte Membranes Against Oxidative Damage // Food Chem Toxicol. – 2012. – Vol. 50. – P. 1508–1516. DOI: 10.1016/j.fct.2012.01.042
43. Margaoan R., Topal E., Balkanska R., Yücel B., Oravec T., Cornea-Cipcigan M., Vodnar D.C. Monofloral Honeys as a Potential Source of Natural Antioxidants, Minerals and Medicine // Antioxidants. – 2021. – Vol. 10. – P. 1023. DOI: 10.3390/antiox10071023
44. Зверев Я.Ф. Флавоноиды глазами фармаколога. Антиоксидантная и противовоспалительная активность // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2017. – Т. 15, № 4. – С. 5–13. DOI: 10.17816/RCF1545-13. EDN: YLLSXB
45. Végh R., Sipiczki G., Csóka M. Investigating the Antioxidant and Color Properties of Bee Pollens of Various Plant Sources // Chem Biodivers. – 2023. – Vol. 20, No. 7. – P. e202300126. DOI: 10.1002/cbdv.202300126
46. Popovic V.M., Vučković S., Dolijanović Ž., Mihailović V., Ignjatov M., Ljubcic N.D., Acimovic M. Phacelia Honey Productivity in Relation to Locality of Cultivation // GEA (Geo Eco-Eco Agro) International Conference, 28-29 May, 2020, Montenegro – Book of Proceedings, 2020. – P. 79–95.
47. Ahmed S., Sulaiman S.A., Baig A.A., Ibrahim M., Liaqat S., Fatima S., Jabeen S., Shamim N., Othman N.H. Honey as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Its Molecular Mechanisms of Action // Oxidative Med Cell Longev. – 2018. – Vol. 2018. – P. 8367846. DOI: 10.1155/2018/8367846
48. Gül A., Pehlivan T. Antioxidant Activities of Some Monofloral Honey Types Produced Across Turkey // Saudi J Biol Sci. – 2018. – Vol. 25. – P. 1056–1065. DOI: 10.1016/j.sjbs.2018.02.011
49. Pauliuc D., Dranca F., Oroian M. Antioxidant Activity, Total Phenolic Content, Individual Phenolics and Physicochemical Parameters Suitability for Romanian Honey Authentication // Foods. – 2020. – Vol. 9. – P. 306. DOI:10.3390/foods9030306
50. Nemoisek T.M., Carmody E.G., Furchner-Evanson A., Gleason M., Li A., Potter H., Lauren M.R., Kelly J.L., Kern M. Honey Promotes Lower Weight Gain, Adiposity, and Triglycerides Than Sucrose in Rats // Nutr Res. – 2011. – Vol. 31. – P. 55–60. DOI: 10.1016/j.nutres.2010.11.002
51. Khalil M., Tanvir E.M., Afroz R., Sulaiman S.A., Gan S.H. Cardioprotective Effects of Tualang Honey: Amelioration of Cholesterol and Cardiac Enzymes Levels // BioMed Res Int. – 2015. – Vol. 2015. – P. 286051. DOI: 10.1155/2015/286051
52. Лупанова И.А. Гепатопротекторная активность биологически активных веществ травы цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) в опытах *in vitro* и *in vivo* // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2022. – Т. 25, № 7. – С. 10–30. DOI: 10.29296/25877313-2022-07-04
53. Ahmed B., Al-Howiriny T.A., Siddiqui A.B.

- Antihepatotoxic activity of seeds of *Cichorium intybus* // J Ethnopharmacol. – 2003. – Vol. 87, No. 2–3. – P. 237–240. DOI: 10.1016/s0378-8741(03)00145-4
54. Buko V., Zavodnik I., Budryn G., Zakłós-Szyda M., Belonovskaya E., Kirko S., Żyżelewicz D., Zakrzewska A., Bakunovich A., Rusin V., Moroz V. Chlorogenic Acid Protects against Advanced Alcoholic Steatohepatitis in Rats via Modulation of Redox Homeostasis, Inflammation, and Lipogenesis // Nutrients. – 2021. – Vol. 13, No. 11. – P. 4155. DOI: 10.3390/nu13114155
  55. Нестерова Н.В., Самылина И.А., Бобкова Н.В., Кузьменко А.Н., Краснюк И.И., Евграфов А.А. Количественное определение гидроксикоричных кислот и анализ динамики их накопления в листьях яблони лесной // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. – 2019. – Т. 60, № 1. – С. 60–64. EDN: YTIALB
  56. Тыхеев Ж.А., Тараскин В.В., Раднаева Л.Д. Количественное содержание суммы фенольных соединений в траве володушки двустебельной (*Vupleurum bicaule* Helm) // Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация. – 2021. – № 1. – С. 40–51. DOI: 10.18101/2306-1995-2021-1-40-51. EDN: LJDEAS
  57. Almeida Rezende B., Pereira A.C., Cortes S.F., Lemos V.S. Vascular effects of flavonoids // Curr Med Chem. – 2016. – Vol. 23, No. 1. – P. 87–102. DOI: 10.2174/092986732366615111143616
  58. Аникина В.А., Ким Ю.А., Корыстова А.Ф., Левитман М.Х., Шапошникова В.В., Корыстов Ю.Н. Действие катехина на активность ангиотензинпревращающего фермента и образование активных форм кислорода в аорте крыс // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2019. – Т. 168, № 11. – С. 565–568. EDN: RTTSGS
  59. Шейхмагомедова П.А., Сергеева Е.О., Абисалова И.Л., Саджая Л.А., Попова О.И., Попов И.В. Гиполипидемическая активность фитокомплекса травы фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 69–74. DOI: 10.29296/25877313-2024-01-09. EDN: NSCJTT
  60. Шейхмагомедова П.А., Попов И.В., Сергеева Е.О., Попова О.И., Абисалова И.Л., Саджая Л.А. Гиполипидемическая активность экстракта фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) на экспериментальной модели алкогольного поражения печени // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2025. – Т. 28, № 7. – С. 83–89. DOI: 10.29296/25877313-2025-07-10
  61. Bailey R.L., Dodd K.W., Gahche J.J., Dwyer J.T., Cowan A.E., Jun Sh., Eicher-Miller H.A., Guenther P.M., Bhadra A., Thomas P.R., Potischman N., Carroll R.J., Tooze J.A. Best Practices for Dietary Supplement Assessment and Estimation of Total Usual Nutrient Intakes in Population-Level Research and Monitoring // J Nutrition. – 2019. – Vol. 149, No. 2. – P. 181–197. DOI: 10.1093/jn/nxy264
  62. Schappert A., Schumacher M., Gerhards R. Weed control ability of single sown cover crops compared to species mixtures // Agronomy. – 2019. – Vol. 9, No. 6. – P. 294. DOI: 10.3390/agronomy9060294
  63. Błazewicz-Wozniak M., Patkowska E., Konopinski M., Wach D. Effect of cover crops and ploughless tillage on weed infestation of field after winter before pre-sowing tillage // Romanian Agric Res. – 2016. – Vol. 33. – P. 185–194.
  64. Bacq-Labreuil A., Crawford J., Mooney S., Neal A., Ritz K. Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) affects soil structure differently depending on soil texture // Plant and Soil. – 2019. – Vol. 441. – P. 543–554. DOI: 10.1007/s11104-019-04144-4
  65. Tursun N., Işık D., Demir Z., Jabran K. Use of Living, Mowed, and Soil-Incorporated Cover Crops for Weed Control in Apricot Orchards // Agronomy. – 2018. – Vol. 8. – P. 150. DOI: 10.3390/agronomy8080150
  66. Wesółowski M., Cierpiąta R. [Wpływ przyorywanego rodzaju miedzyplonu ścierniskowego na plonowanie i zachwaszczenie owsa w uprawie ekologicznej] // Fragm Agron. – 2013. – Vol. 30. – P. 133–144. Polish
  67. Schappert A., Linn A.I., Sturm D.J., Gerhards, R. Weed suppressive ability of cover crops under water-limited conditions // Plant Soil Environ. – 2019. – Vol. 65, No. 11. – P. 541–548. DOI: 10.17221/516/2019-PSE
  68. Akbay F., Kamalak A., Erol A. Ari Otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nun Vejetatif Dönemlerinin Ot Verimine, Besin Madde İçeriğine ve Metan Üretimine Etkisi // Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Derg. – 2020. – Vol. 23, No. 4. – P. 981–985. DOI: 10.18016/ksutarimdogavi.686043. Turkish
  69. Handlířová M., Procházková B., Smutný V. Yields of selected catch crops in dry conditions // Acta Univ Agric Silvicae Mendel Brun. – 2016. – Vol. 64, No. 4. – P. 1139–1148. DOI: 10.11118/actaun201664041139

#### АВТОРЫ

**Шейхмагомедова Патимат Айгумовна** — аспирант кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов, ПМФИ — филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. ORCID ID: 0009-0002-3251-5562. E-mail: Patya16101998@yandex.ru.

**Попова Ольга Ивановна** — доктор фармацевтических наук, профессор, профессор кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии

фитопрепаратов, ПМФИ — филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. ORCID ID: 0009-0004-8235-073X. E-mail: beegeeslover@mail.ru

**Попов Иван Викторович** — кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов, ПМФИ — филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. ORCID ID: 0009-0002-1163-057X. E-mail: ivanpopovstav@yandex.ru