

МЕДИКО-ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ, АНТИОКСИДАНТНАЯ И ИММУНОМОДУЛИРУЮЩАЯ ОЦЕНКА ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ

Е. Г. Бусько¹⁾, Я. А. Сергеева¹⁾

¹⁾ Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь, yana-sergeeva8@bk.ru

В представленном исследовании установлено, что важнейшими компонентами эхинацеи пурпурной являются алкиламиды, полисахариды, гликопротеины, флавоноиды и фенольные соединения, к которым относятся производные кофейной кислоты, такие как кофейная кислота, цикорная кислота, кафтаровая кислота, хлорогеновая кислота и эхинакозид, количество которых варьируется в зависимости от региона ее произрастания. Выявлено, что антиоксиданты, иммуномодуляторы, противовоспалительные, антибактериальные, противовирусные и антиостеопоротические свойства – это лишь некоторые из положительных биологических эффектов растения, которые указывают на то, насколько важен этот вид в экосистеме.

Ключевые слова: Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* L.); биологически активные соединения; иммуномодулирующее; каннабиномиметическое; противовоспалительное; противовирусное; противомикробное и антиоксидантное действие.

MEDICAL-PHARMACOLOGICAL, ANTIOXIDANT AND IMMUNOMODULATING EVALUATION OF ECHINACEA PURPUREA L.

E. G. Busko¹⁾, Y. A. Sergeeva¹⁾

¹⁾ International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Dolgobrodskaya str., 23/1, 220070, Minsk, Belarus, yana-sergeeva8@bk.ru

The present study has found that the most important components of *Echinacea purpurea* are alkylamides, polysaccharides, glycoproteins, flavonoids and phenolic compounds, including caffeic acid derivatives such as caffeic acid, chicoric acid, caftaric acid, chlorogenic acid and echinacoside, the amounts of which varies depending on the region of its growth. It was found that antioxidants, immunomodulators, anti-inflammatory, antibacterial, antiviral, and anti-osteoporotic properties are just some of the positive biological effects of the plant, which indicate how important these species is in the ecosystem.

Keywords: *Echinacea purpurea* L.; biologically active compounds; immunomodulatory; cannabinomimetic; anti-inflammatory; antiviral; antimicrobial; antioxidant effect.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2025-2-10-14>

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* L.) – многолетнее травянистое цветущее растение, принадлежащее семейству Астровые. Род эхинацеи родом из Северной Америки, в США, его виды широко распространены повсеместно. Существует девять различных видов эхинацеи, но только три из них используются как лекарственные растения с широким терапевтическим применением. Из видов эхинацеи выделено несколько значительных групп биологически активных соединений с фармакологической активностью. В настоящем материале представлены химические компоненты, биологически активных соединений, медико-фармакологические свойства и терапевтическое действие препаратов эхинацеи пурпурной. Поскольку многочисленные исследования подтверждают, что столь известный и признанный вид нуждается в дальнейшем его изучении для получения эффективных медицинских препаратов с гарантией безопасности.

Объектами исследования служили высушенные в естественных условиях без доступа солнечных лучей побеги растений эхинацеи пурпурной, отобранных из коллекционного фонда лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Центрального ботанического сада НАН Беларуси в 2023 году на основных этапах сезонного цикла развития растений. Заготовку сырья эхинацеи пурпурной осуществляли из особей времени ее культивирования в ЦБС НАН Беларуси.

После определения надземных органов эхинацеи пурпурной с преобладающим содержанием целевых компонентов, выполняли анализ влияния условий окружающей среды и показателей процесса экстрагирования флавоноидов (концентрации этилового спирта, температуры, отношения массы сырья к объему экстрагента, продолжительности и кратности экстракции) при конвективном нагреве. Сравнительную оценку деструкции растительной ткани после экстракции различными способами выполняли с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610.

Определение выхода флавоноидов (% от массы сырья) из генеративных органов эхинацеи пурпурной осуществляли методом дифференциальной спектрометрии по реакции образования комплекса данных соединений с хлоридом алюминия согласно методике, приведенной в Государственной фармакопее Республики Беларусь. Для определения общего выхода флавоноидов из листьев эхинацеи пурпурной методом дифференциальной спектрометрии разрабатывали методику и проводили ее валидацию [1].

Оценку антимикробной активности растительных экстрактов проводили методом диффузии БАВ в агаризованную питательную среду. В качестве тест-микроорганизмов использовали *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeruginosa* и дрожжеподобные грибы *Candida albicans* ATCC 10231 из коллекции микроорганизмов кафедры биотехнологии БГТУ.

В лабораторных условиях получали опытные образцы средства в виде геля для наружного применения, содержащего высушенные водно-этанольные экстракты из соцветий эхинацеи пурпурной, и на модели плоскостных и полнослойных линейных ран у крыс линии Wistar на базе ГП «НПЦ ЛОТИОС» и ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси» исследовали их ранозаживляющие свойства с соблюдением принципов биоэтики.

Из всех видов эхинацеи в настоящее время выделено несколько значительных групп биологически активных соединений с фармакологической активностью. Важнейшими компонентами эхинацеи пурпурной являются алкиламины, полисахариды, гликопротеины, флавоноиды и фенольные соединения, к которым относятся производные кофейной кислоты, такие как кофейная кислота, цикловая кислота, кафтаровая кислота, хлорогеновая кислота и эхинакозид, количество которых варьируется в зависимости от региона ее произрастания. Помимо этих компонентов нами также выявлено, что во всех тканях растений независимо от вида присутствуют филлоксантобилин, β -фелландрен, ацетальдегид, диметилсульфид, камфен, гексаналь, α -пинен и лимонен. Жирные кислоты, альдегиды и терпеноиды являются компонентами, присутствие которых зависит от используемых частей растений.

Исследование сезонной динамики накопления флавоноидов в генеративных органах эхинацеи пурпурной, показало, что максимальное их содержание выявлено в период бутонизации. На последующих этапах сезонного развития растений происходило постепенное снижение суммарного количества флавоноидов.

Анализ водно-этанольных экстрактов из генеративных органов эхинацеи пурпурной методом ВЭЖХ-МС показал отсутствие различий в качественном составе флавоноидов в периоды бутонизации и цветения. В каждом образце идентифицирован кемпферол-3-О-глюкозид, максимальное содержание которого так же, как и общее количество флавоноидов, установлено в период бутонизации (табл. 1).

Таблица 1

Содержание кемпферол-3-О-глюкозида в генеративных органах эхинацеи пурпурной

Фенологическая фаза	Содержание кемпферол-3-О-глюкозида, мг/г сырья
Бутионизация	$4,06 \pm 0,11^a$
Начало цветения	$3,91 \pm 0,09^{ab}$
Массовое цветение	$3,86 \pm 0,07^b$

Примечание. Индексы обозначают достоверно различающиеся значения результатов (тест Тьюки)

Это указывает на то, что генеративные органы эхинацеи пурпурной как источника этих биологически активных соединений целесообразно заготавливать на данном этапе развития растений.

Установлено, что листьях эхинацеи пурпурной минимальное содержание флавоноидов в сухой массе, не превышавшее 1,1 %, установлено на начальных этапах вегетативного развития растений. В дальнейшем наблюдалась устойчивая тенденция к увеличению данного показателя до максимальных значений в фазу цветения, сменявшаяся его снижением в период плодоношения.

В листьях эхинацеи пурпурной минимальное содержание флавоноидов в сухой массе, не превышавшее 1,1 %, установлено на начальных этапах вегетативного развития растений. В дальнейшем наблюдалась устойчивая тенденция к увеличению данного показателя до максимальных значений в фазу цветения, сменявшаяся его снижением в период плодоношения. Наиболее высокое содержание изокверцитрина в листьях эхинацеи пурпурной установлено в фазу цветения (табл. 2).

Таблица 2

Содержание изокверцитрина в листьях эхинацеи пурпурной

Фенологическая фаза	Содержание кемпферол-3-О-глюкозида, мг/г сырья
Бутионизация	$2,09 \pm 0,9$
Цветения	$4,22 \pm 0,18^b$
Плодоношение	$3,64 \pm 0,16^c$

Примечание. Индексы обозначают достоверно различающиеся значения результатов (тест Тьюки)

В листьях эхинацеи пурпурной минимальное содержание флавоноидов в сухой массе, не превышавшее 1,1 %, установлено на начальных этапах вегетативного развития растений. В дальнейшем наблюдалась устойчивая тенденция к увеличению данного показателя до максимальных значений в фазу цветения, сменявшаяся его снижением в период плодоношения. Наиболее высокое содержание изокверцитрина в листьях эхинацеи пурпурной установлено в фазу цветения (таблица 2).

Химическими компонентами, ответственными за иммуномодулирующую активность корней эхинацеи пурпурной, являются гликопротеины, алкилами́ды и полисахариды. Гликопротеины – это белки и углеводные цепи, которые играют роль в различных физиологических процессах, в том числе в иммунологии. Алкилами́ды – это разновидность химического вещества, обнаруженного в роде *Echinacea* (*Asteraceae*), которое, как было отмечено, обладает высокой биодоступностью, а также иммуномодулирующими свойствами. Структурно они имеют общую черту аминной связи и обычно содержат алифатическую цепь полиненасыщенных жирных кислот, соединенную с короткоцепочечным амином. Полисахариды – это сложные углеводные полимеры, состоящие из более чем двух моносахаридов. Семейство сложноцветных содержит важные полисахариды, пектины, арабиногалактаны

и инулин. Биоактивные полисахариды могут частично обосновать традиционное использование этих видов.

Важными компонентами, выделенными из экстракта листьев эхинацеи пурпурной, являются филлоксантобилины. Распад хлорофилла приводит к образованию этих природных тетрапиррольных соединений. Филлоксантобилины были идентифицированы в листьях лиственных деревьев около 10 лет назад и в настоящее время считаются классом соединений с большим потенциалом биологической активности, который еще предстоит изучить. Однако до настоящего времени не было сообщений об выявлении филлоксантобинов в частях лекарственного растения, используемого в фармацевтических препаратах.

В современных фармакологических исследованиях были обнаружены многие биологические соединения ЭР, включая иммуномодулирующую, противовоспалительную, антиоксидантную, противовирусную и противогрибковую активность. В качестве потенциального терапевтического применения ЭП были упомянуты хронический артрит, рак, противомикробное действие, синдром стойкой усталости, ВИЧ-инфекция, ряд кожных заболеваний, ран и хронических инфекций органов малого таза. Препараты, содержащие ЭП, являются одними из самых продаваемых растительных препаратов в Европе и США. Согласно текущим исследованиям, добавление ЭР может снизить тяжесть и продолжительность острых инфекций дыхательных путей; однако не было установлено исследований по использованию эхинацеи для профилактики или лечения вирусной инфекции SARS-CoV.

В настоящее время количество лекарственных растений, подлежащих научным исследованиям, увеличивается. Известные лекарственные растения интенсивно изучаются с целью получения наиболее точных данных о химическом составе, фармакологическом действии и безопасности применения в терапии. Ряд исследователей обобщают наиболее важные компоненты, выявленные в эхинацее пурпурной, а также научно подтвержденные биологические и фармакологические эффекты. Можно утверждать, что большинство установленных эффектов являются общими для нескольких соединений, например, иммуномодулирующее, антиоксидантное или противомикробное действие.

За иммуностимулирующее действие видов или препаратов эхинацеи ответственны три направления: активация фагоцитоза, стимуляция фибробластов и усиление дыхательной активности – все они способствуют увеличению подвижности лейкоцитов. Исследования *in vivo* иммуномодулирующих и противовоспалительных свойств эхинацеи пурпурной позволяют предположить, что введение растения в качестве медицинского препарата повышает врожденный иммунитет и усиливает способность иммунной системы бороться с патогенными инфекциями путем активации нейтрофилов, макрофагов и полиморфных клеток.

Корни и надземная часть эхинацеи включают производные кофейной кислоты, алкаамиды, кетоалкены, полисахариды и гликопротеины. Считается, что они отвечают за иммуностимулирующие и противовоспалительные свойства. В макрофагах после лечения экстрактом эхинацеи установлен фагоцитоз и продукция цитокинов (повышение фактора некроза опухоли - α (TNF- α), интерлейкина 1 (IL-1) и интерферона.

Выполненные исследования вида *Echinacea purpurea* (L) выявили широкий спектр биологически активных соединений, что указывает на то, что это богатый источник фитохимических веществ, которые можно использовать для лечения ряда заболеваний. Антиоксиданты, иммуномодуляторы, противовоспалительные, антибактериальные, противовирусные и антиостеопоротические свойства – это лишь некоторые из положительных биологических эффектов, которые указывают на то, насколько важен этот вид в экосистеме. Существуют различия в фитохимических, биологических и фармакологических свойствах экстрактов, полученных из разных источников.

Результаты исследований показывают, что меры по стандартизации необходимы для обеспечения не только безопасности и идентификации ботанических продуктов, но и их фарма-

кологической эффективности. ЭП является источником биологически активных химических веществ, но изучена лишь небольшая часть его характеристик, и некоторые из них могут быть ценными терапевтическими инструментами. В будущем важно расширить исследования дерматологических эффектов. Существуют реальные шансы на разработку продуктов на основе ЭР, эффективных при различных распространенных дерматологических заболеваниях, обусловленных биологически активными соединениями. В то же время дальнейшие исследования по углубленному пониманию каннабиномиметических свойств имеют большое значение для разработки новых фармацевтических препаратов.

Библиографические ссылки

1. Адамцевич Н. Ю., Закржевская Е. И., Феськова Е. Ф. Разработка и валидация методики количественного определения флавоноидов в листьях воробейника лекарственного (*Boraginaceae*) // Растительные ресурсы, 2022. № 1 С. 100–108.
2. Harborn J. B., Williams C. A. *Phytochemistry of the Genus Echinacea*, Echinacea. CRC Press; Boca Raton, FL, USA, 2004. p. 71–88.
3. Attarzade M., Balouch H., Rajai M. Improving growth and phenolic compounds of *Echinacea purpurea* root by integrating biological and chemical resources of phosphorus under water deficit stress. *Ind. Crop. Prod.*, 2020. 154 p.
4. Bruni R., Brighenti V., Caesar L. K. Analytical methods for the study of bioactive compounds from medicinally used *Echinacea* species. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 2018. p. 443–477.
5. Heinen-Kammerer T., Holtmannspötter C., Schnabel S. Effectiveness of echinacin in therapy of chronic recurrent respiratory disease. *Gesundheitswesen*. 2005. Vol. 4. P. 296–301.
7. Karsch-Völck M., Barrett B., Kiefer D. *Echinacea for preventing and treating the common cold*. *Cochrane Database Syst. Rev*, 2014.