

## ОБЗОРЫ

УДК 615.322

3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2023.3.28 EDN: MMYTLO

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ PORTULACA OLERACEA L. В ФИТОТЕРАПИИ****© Михайлова Е.В., Попов С.С., Бредихина Т.А.***Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Россия, 394036, Воронеж, ул. Студенческая, 10**Резюме*

**Цель.** Поиск возможностей расширения ассортимента потенциально доступных и эффективных лекарственных средств за счет использования перспективных растений с неограниченными сырьевыми ресурсами и богатым химическим составом.

**Методика.** Анализ и систематизация данных отечественных и зарубежных исследований о химическом составе и фармакологической активности портулака огородного (*Portulaca oleracea* L.).

**Результаты.** Экстракты портулака, полученные с использованием различных экстрагентов, содержат макро- и микроэлементы, витамины, полисахариды, органические кислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, ряд фенольных соединений, алкалоидов, фитостеролов и др. Данные экстракты проявляют гиполипидемическую, антидиабетическую, иммуномодулирующую, противовоспалительную, антимикробную, антиоксидантную, нефропротекторную, гепатопротекторную, противоопухолевую и другие активности *in vitro* и *in vivo*.

**Заключение.** Существует необходимость дальнейшего изучения перспективного лекарственного растения *Portulaca oleracea* L., его качественного и количественного химического состава, сроков и других правил сбора, сушки, хранения сырья, особенностей технологии производства и изготовления лекарственных средств на его основе, проведения ряда исследований по определению и уточнению фармакологических эффектов и безопасности препаратов с целью максимального раскрытия его фармакологического потенциала, разработки нормативной документации, регулирующей качество сырья.

Ключевые слова: портулак огородный (*Portulaca oleracea*), химический состав, фармакологические свойства

## PROSPECTS FOR THE USE OF PORTULACA OLERACEA L. IN HERBAL MEDICINE

Mikhaylova E.V., Popov S.S., Bredikhina T.A.

*Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, 10, Studentskaja St., 394036, Voronezh, Russia**Abstract*

**Objective.** Search for opportunities to expand the range of potentially available and effective medicines through the use of promising plants with unlimited raw materials and rich chemical composition.

**Methods.** Analysis and systematization of data from domestic and foreign studies on the chemical composition and pharmacological activity of purslane (*Portulaca oleracea* L.).

**Results.** Purslane extracts obtained using various extractants contain macro- and microelements, vitamins, polysaccharides, organic acids, polyunsaturated fats, a number of phenolic compounds, alkaloids, phytosterols, etc. These extracts exhibit hypolipidemic, antidiabetic, immunomodulatory, anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant, nephroprotective, hepatoprotective, antispasmodic, antitumor and other activities *in vitro* and *in vivo*.

**Conclusion.** According to the data obtained during the systematization and analysis of modern domestic and foreign studies, there is a need for further study of the promising medicinal plant *Portulaca oleracea* L., its qualitative and quantitative chemical composition, timing and other rules for collecting, drying, storing raw materials, features of the technology of production and manufacture of medicines based on it, conducting a number of studies to determine and to clarify the pharmacological effects and safety of

drugs in order to maximize its pharmacological potential, elaboration of normative documentation regulating the quality of raw materials.

**Keywords:** purslane (*Portulaca oleracea*), chemical composition, pharmacological properties

## Введение

*Portulaca oleracea* L. или портулак огородный – сорное растение из семейства портулаковых (*Portulacaceae*), произрастающее в различных климатических поясах широко распространен по всему миру [28]. Данный вид очень популярен в разных странах в качестве овощной культуры и используется в кулинарии как в сыром виде, так и после термической обработки [7, 29]. Благодаря богатому химическому составу портулак можно отнести к одному из наиболее перспективных лекарственных растений, которое в данный момент не используется в научной медицине Российской Федерации, и рассматривать, как источник ценных биологически активных веществ, а также компонента функциональных пищевых продуктов [15]. Ресурсы растения в связи с широчайшим его распространением не ограничены, что говорит об экономической целесообразности заготовки данного сырья. Кроме того, возможное выращивание портулака в культуре является быстрым процессом, не требующим значительных вложений. Поэтому целью данной работы является всестороннее изучение химического состава *Portulaca oleracea* L., а также фармакологического действия препаратов на основе данного растения и возможностей использования его для нужд медицины. Для реализации поставленной цели была проведена анализ и систематизация данных отечественных и зарубежных источников литературы.

## Фармакогностический анализ травы портулака

Фармакогностический анализ травы портулака, собранной во время бутонизации и цветения показал, что свежее сырье представляет собой ветвистые, мясистые облиственные стелющиеся побеги длиной 7-35 см. Листья длиной от 0,4 до 2,5 см, на очень коротких черешках (1-1,5 мм), очередные, сочные, лопатообразные, на верхушке усеченные или заостренные, блестящие, при раздавливании слизистые; прилистники мелкие или отсутствуют. Стебель диаметром около 2 мм, а междоузлия длиной 1,5-3,5 см. Вкус кисловатый, без запаха. К анатомо-диагностическим признакам портулака огородного можно отнести особенности клеток эпидермиса листа (клетки овальной формы, стенки тонкие, слабоизвилистые), аномоцитный тип устьиц, схизогенные вместилища, кристаллические включения (кристаллы оксалата кальция - в стебле, кристаллоносная обкладка жилок венчика и листовой пластинки), а также проводящие пучки закрытого типа [7, 14].

## Химический состав травы портулака огородного.

Изучение элементарного состава травы портулака методом рентгенофлюоресценции показало высокое содержание макро- и микроэлементов [8, 14]. Согласно результатам исследования, к преобладающим макроэлементам травы портулака можно отнести К, Са и Сl. Среди микроэлементов преобладает Fe, в меньшем количестве - Zn, Mn, Sr, Br. Также выявлено содержание Ni, Cu, Rb, Zr, Pb. Причем количество тяжелых элементов не превышает установленных Сан.ПиН-ом норм [6, 8]. Анализ данных содержания отдельных элементов в различные фазы развития растения показал, что наибольшее количество макро- и микроэлементов в траве *Portulaca oleracea* отмечается во время конца цветения - начало плодоношения [8].

Фитохимическая оценка различных экстрактов портулака показала наличие углеводов, алкалоидов, дубильных веществ, терпеноидов, сапонинов, фитостеролов, флавоноидов [13, 33, 35]. Трава портулака содержит ряд витаминов (в основном витамин А, витамин С, некоторые витамины группы В, токоферолы, каротиноиды) [6]. Причем наибольшее количество ценных компонентов содержал именно спиртовой экстракт [35].

Исследование состава водного и этанольного экстракта портулака, проведенное Wei-jie Lv и соавторами (2022), показало, что концентрация полисахаридов составила 16,95% и 9,85% соответственно, в то время как уровень извлечения общих флавоноидов составил 3,15% и 3,25% соответственно [31]. Из *Portulaca oleracea* L. были получены новый лигнан, идентифицированный как 4-(3,4-дигидроксифенил)-6,7-диметокси-3а,4-дигидронафто[2,3-с]фуран-1(3Н)-он, названный олералигнан А, вместе с шестью известными соединениями, лолиолоидом, изолилиолоидом, дегидроллиолоидом, дафнетином, эскулетиним и метиловым эфиром транс-кумаровой кислоты [39]. С помощью спектроскопии определены два новых соединения, гомоизофлавонов,

идентифицированных как 3-(2-гидроксibenзил)-6,8-диметокси-4Н-хромен-4-он, названный олеракон J и 3-(2-гидроксibenзил)-6,8-диметоксихроман-4-он, названный олеракон K [16]. Изучение состава полисахаридов в траве портулака огородного (в пересчете на абсолютно сухое сырье) методами спектрофотометрии показало высокое содержание гемицеллюлозы (10,92%), пектиновых веществ (1,44%) и восстанавливающих сахаров (не менее 9 %) [4, 5].

Кроме того, среди важнейших органических соединений, содержащихся в портулаке огородном, необходимо отметить большое количество омега-3 жирных кислот, в частности,  $\alpha$ -линоленовой (3-4 мг/г сырой массы) и эйкозапентаеновой кислот (0,01 мг/г сырой массы). Такое содержание эйкозапентаеновой кислоты является необычно высоким для «наземного» растительного источника, так как она в основном содержится в рыбе и ряде водорослей [14].

Показано, что содержание органических кислот в траве портулака огородного – не менее 2 % [6]. В химическом составе травы портулака выявлены два типа алкалоидных пигментов беталаинов (производных индола) – красноватые бетацианины (отвечают за окраску стеблей) и желтые бетаксантины (заметные в цветках и в легком желтоватом оттенке листьев). Оба этих типа пигментов являются мощными антиоксидантами и, как было установлено, обладают антимуtagenными свойствами [14]. Обнаружено, что алкалоиды портулака проявляют выраженную противовоспалительную активность, значительно снижая уровни интерлейкина-6 и оксида азота [20]. Следует отметить то, что трава портулака содержит в своем составе большое количество оксалатов, которые могут способствовать образованию почечных камней [1, 14].

**Фармакологические свойства.** Многие исследования продемонстрировали различные фармакологические эффекты портулака огородного.

**Влияние на обмен веществ.** Ряд авторов сообщают об эффективности портулака при экспериментальной дислипидемии [12, 35]. Применение портулака при гиперлипидемии приводило к значительному снижению показателей липидов. Этот результат свидетельствует о том, что портулак обладает антиатерогенным и гиполлипидемическим эффектами, вероятно, за счет содержания омега-3 жирных кислот [12]. Также показан выраженный гиполлипидемический эффект этанольного экстракта листьев портулака. Его применение приводило к значительному снижению уровня триглицеридов ( $p < 0,01$ ), липопротеидов низкой плотности ( $p < 0,001$ ), липопротеидов очень низкой плотности ( $p < 0,01$ ), холестерина ( $p < 0,001$ ) в сыворотке крови крыс при гиперлипидемии, индуцированной дексаметазоном. Авторы сообщают, что за гиполлипидемический эффект может быть ответственно высокое количество фитостеролов и алкалоидов [35].

An Sook Lee и соавторы пришли к выводу, что водный экстракт *P. oleracea* снижает гиперлипидемию, гипергликемию и диабетическое воспаление сосудов, а также предотвращает развитие диабетической эндотелиальной дисфункции в эксперименте. Также было показано, что концентрация инсулина в плазме крови была значительно выше после применения экстракта портулака [30]. Таким образом, *P. oleracea* и его основные компоненты могут быть использованы в терапии нарушения липидного и углеводного обмена [17, 23].

**Влияние *Portulaca oleracea* на иммунную систему.** Установлено, что этилацетатный экстракт *P. oleracea* проявлял иммуноактивность, с одной стороны, за счет значительного увеличения интенсивности фагоцитоза и за счет более высокого пролиферативного ответа в лимфоцитах селезенки [13]. С другой стороны, показана возможность эффективно увеличивать пролиферацию клеток селезенки, тимоцитов и Т- и В-лимфоцитов и ингибировать гемолиз эритроцитов за счет полисахаридов, содержащихся в портулаке огородном [41]. Кроме того, показано, что иммуномодулирующее действие портулака огородного выражается в нормализации уровня иммуноглобулина G и M при патологических состояниях [12].

При атопических дерматитах применение водных и этанольных экстрактов *P. oleracea* снижало концентрацию гистамина кожи, понижало уровни экспрессии мРНК интерферона- $\gamma$ , фактора некроза опухоли- $\alpha$ , тимусного стромального лимфопоэтина и интерлейкина-4. В то же время происходило увеличение уровня филагрина и лорикрина, что приводило к ингибированию атопической реакции [31]. Рядом исследователей выявлены антиноцицептивный и противовоспалительный эффект экстрактов портулака при экспериментальном ревматоидном артрите [22, 36]. Так, Rao В.М. и соавторы выявили выраженную противартритную активность петролейно-эфирного экстракта *Portulaca oleracea* Linn. на модели адьювантного артрита у крыс, сравнимую с индометацином [36]. Также установлена противовоспалительная и антиоксидантная активность водно-спиртового экстракта *Portulaca oleracea* при липополисахарид-индуцированном повреждении легких крыс [11].

Экстракты портулака подавляли воспалительный процесс за счет снижения уровня интерлейкина- $\beta$ , интерлейкина-6, фактора некроза опухоли- $\alpha$ , простагландина  $E_2$  и трансформирующего фактора роста  $\beta$ , а также за счет повышения уровня интерлейкина-10 [11, 20, 22, 26, 36, 38, 42]. Под действием экстракта наблюдалось снижение образования миелопероксидазы, малонового диальдегида, метаболитов оксида азота и повышение уровня тиоловых групп и активности супероксиддисмутазы и каталазы [34].

Влияние на патогенные микроорганизмы. Методом диффузии в агар установлено, что максимальный подавляющий эффект метанольного экстракта портулака наблюдается в отношении *Enterobacter cloacae* ( $24 \pm 0,3$  мм) и *Bacillus subtilis* ( $23 \pm 0,6$  мм). Наибольшая зона ингибирования *Enterobacter cloacae* была в этилацетатном и хлороформном экстракте ( $31 \pm 0,4$  мм), в то время как наименьшая активность наблюдалась у *Shigella dysenteriae* ( $22 \pm 0,4$  мм). Гексановый экстракт портулака показал наибольшую зону угнетения *Streptococcus agalactiae* ( $28 \pm 0,5$  мм), наименьшую – *Shigella dysenteriae* ( $23 \pm 0,2$  мм). *Klebsiella pneumoniae*, *Micrococcus luteus* и *Pseudomonas aeruginosa* оказались устойчивы к действию всех протестированных экстрактов [33]. Согласно другим исследованиям, наиболее чувствительными к этанольному экстракту оказались бактерии *E. coli* (зона задержки их роста вокруг лунок составляла 24-28 мм). Меньшую чувствительность проявляли *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*. Средняя чувствительность отмечена у *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* и *Aspergillus flavus*. Устойчивость к экстракту *Portulaca oleracea* проявляла культура *Pseudomonas aeruginosa* (зона ингибирования не более 4-5 мм) [3]. Флавоноид апигенин, выделенный из водно-этанольного экстракта, показал максимальный диаметр зоны ингибирования для *Salmonella typhimurium* и *Proteus mirabilis* [32]. Полисахариды *Portulaca oleracea* значительно повышали относительную численность групп *Lactobacillus*, *Eggerthella* и *Paraprevotella* и значительно снижал количество групп *Escherichia*, *Shigella*, *Bacteroides* и *Eubacterium nodatum* кишечника *in vitro*, то есть оказывал благоприятное действие на кишечную флору, способствуя росту пробиотиков и подавляя размножение патогенных бактерий [21, 40]. По сравнению с плацебо, применение *P. oleracea* у пациентов с функциональными запорами значительно улучшило полное спонтанное опорожнение кишечника, тяжесть симптомов и качество жизни благодаря увеличению объема кала в сочетании с повышенной перистальтикой кишечника. *P. oleracea* эффективен при функциональных запорах благодаря своей прямой биологической активности и изменению дисбиоза кишечной микробиоты [10].

Остеопротекторная активность. Этанольный экстракт портулака ингибирует дифференцировку остеокластов и резорбцию кости *in vitro* и *in vivo*. Молекулярные механизмы воздействия экстракта на остеокласты заключаются в подавлении сигнального пути Akt/GSK3 $\beta$ , за счет снижения фосфорилирования протеинкиназы B (Akt) и киназы гликогенсинтазы -3 бета (GSK3 $\beta$ ) и, таким образом, происходит подавление экспрессии ядерного фактора активированных T-клеток NFATc1, которые имеют решающее значение для дифференцировки остеокластов [28]. Также было выявлено ослабление высвобождения  $Ca^{2+}$  за счет ингибирования лиганда рецептора-активатора ядерного фактора каппа-B (RANKL). Кроме того, данные Ju-Young Kim и соавторов (2015) также свидетельствуют о том, что портулак снижал активность костной резорбции зрелых остеокластов, что сопровождалось быстрым нарушением структуры актинового кольца в зрелых остеокластах посредством регуляции специфичных генов. Эти результаты свидетельствуют о влиянии экстракта портулака на RANKL-опосредованный остеокластогенез и предполагают возможное использование его для лечения остеопороза [18].

Нефропротекторная активность. Нефропротекторный эффект был показан при использовании водного и этанольного экстракта *Portulaca oleracea* в исследованиях на крысах с цисплатин-индуцированной нефротоксичностью. Использование водных и этаноловых экстрактов до инъекции цисплатина снижало уровень мочевины и креатинина в крови. При этом некротического повреждения почечных канальцев не наблюдалось. Образование свободных радикалов является одним из механизмов нефротоксичности, индуцированной цисплатином, и антиоксиданты оказывают защитное действие против почечной токсичности, индуцированной этим препаратом. Компоненты *P. oleracea*, такие как флавоноиды (кверцетин), омега-3, аскорбиновая кислота,  $\beta$ -каротин и глутатион обладают антиоксидантными свойствами, поэтому данное растение может ингибировать пероксидное окисление липидов, инактивируя свободные радикалы и увеличивая внутриклеточную концентрацию эндогенного глутатиона, и этим самым оказывая нефропротекторное действие. Таким образом, водный экстракт *Portulaca oleracea* обладает выраженной нефропротекторной активностью и может играть многообещающую роль в лечении острого повреждения почек, вызванного нефротоксинами [25].

Гепатопротекторная активность. Показано, что водный экстракт надземных частей *Portulaca oleracea* в сочетании с ликопином эффективен при индуцированном четыреххлористым углеродом токсическом гепатите у крыс. Гепатопротекторную активность оценивали по маркерам функции

печени в сыворотке крови, а именно по концентрации аспартат- и аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, общего билирубина, проводили гистопатологическое исследование печени. Под действием экстракта отмечено восстановление нормального уровня сывороточных маркеров повреждения печени, а также заживление поврежденной паренхимы (уменьшение степени стеатоза, центрилобулярного некроза, баллонной дегенерации, образования узлов и фиброза, вызванного введением  $CCl_4$ ), которое было сопоставимо с эффектом силимарина. Снижение уровня трансаминаз указывает на стабилизацию плазматической мембраны и защиту гепатоцитов от повреждений, вызываемых гепатотоксином [9]. Метанольный экстракт *P. oleracea* L. обладает гастро- и гепатопротекторным действием, также действует как антидот при гепатотоксичности, вызванной  $CCl_4$ , цисплатином, ацетаминофеном и высоким содержанием жиров [19, 37].

Спазмолитическая активность. Результаты исследований показали, что этилацетатный, спиртовой и гексановые экстракты портулака уменьшали спазмы гладкой мускулатуры кишечника мышей. Спазмолитическая активность экстрактов растения была сопоставима с применением атропина [13]. С.М. Кадарбагамаевым (2018) предложен препарат на основе высушенных листьев и стеблей портулака с использованием 70% раствора спирта для лечения спазма пилорической части желудка. В качестве действующего вещества в данном препарате рассматривается атропин, содержащийся в траве растения и обладающий спазмолитическим действием [2]. Также известно о противоспазматическом и расслабляющем действии портулака на гладкую мускулатуру трахеи путем стимулирующего воздействия на  $\beta$ -адренорецепторы, а также ингибирующего воздействия на мускариновые рецепторы в гладкой мускулатуре трахеи [26, 27]. Хотя имеются данные, что ряд соединений в составе портулака (олералигнан А, лолиолит, изолилиолит, дегидроллиолит, дафнетин, эскулетин, метиловый эфир транс-кумаровой кислоты) обладают антихолинэстеразной активностью [39].

Противоопухолевая активность. Полисахариды, некоторые фенольные соединения, алкалоиды и цереброзиды портулака, содержащиеся в водных и гидроэтанольных экстрактах, а также масле семян, связаны с ингибированием и предотвращением канцерогенеза в исследованиях *in vitro* и *in vivo* [15, 24, 41]. Так, показано, что полисахариды портулака обладают антиоксидантной активностью, нейтрализуя супероксидный анион-радикал, 1,1-дифенил-2-пикрилгидразил (DPPH<sup>-</sup>), оксид азота и гидроксильные радикалы, что может иметь значительное профилактическое и терапевтическое значение при раке яичников [41].

Кроме того, доказана эффективность использования полисахаридов портулака для лечения рака молочной железы. Полисахариды были использованы в качестве нового иммунного адьюванта в комбинации с вакциной на основе дендритных клеток, полученных из костного мозга мыши. Более того, дендритноклеточная вакцина в сочетании с полисахаридами была способна подавлять метастазы в легких за счет снижения уровня экспрессии белка толл-подобного рецептора 4 – 4TLR4, цитозольного белка адаптера MyD88 и транскрипционного фактора NF- $\kappa$ B. Экспериментальные результаты *in vivo* предполагают, что введение новой вакцины достигало значительного ингибирования роста опухоли путем индукции апоптоза и усиления иммунных реакций [24].

*Portulaca oleracea* и его компоненты показали профилактический эффект при экспериментальном раке легких, а при клиническом исследовании *P. oleracea* оказал благоприятный эффект на пациентов с аденокарциномой легкого и гепатоцеллюлярной карциномой печени, что подтверждалось гистоморфологическим исследованием [27, 37]. Данные S. Yi и соавторов (2022), полученные в эксперименте *in vitro*, показали, что экстракт портулака играет подавляющую роль в пролиферации клеток колоректального рака, снижая экспрессию гена c-Myc и циклина D1 и инактивируя сигнальный путь Wnt/ $\beta$ -катенин [40].

## Заключение

Таким образом, очевидно, что *Portulaca oleracea*, являясь сорным растением с неограниченными сырьевыми ресурсами, содержит ряд фитоконпонентов, обуславливающих возможность использования его в различных терапевтических целях. Исследования отечественных и зарубежных ученых подтверждают, что портулак огородный является перспективным сырьем для производства лекарственных препаратов для терапии различных патологических состояний, таких как сахарный диабет, дислипидемия, токсическое поражение печени и почек, грибковые и бактериальные инфекции, воспалительные реакции, онкологические заболевания и др. Результаты исследований говорят о необходимости дальнейшего изучения химического состава растения, стандартизации сырья, проведения ряда доклинических и клинических испытаний с целью

максимального раскрытия его терапевтического потенциала и внедрения в отечественную медицину.

## Литература (references)

1. Бузова Т.Е. Биологическая безопасность сырья и продуктов питания. Потенциально опасные вещества биологического происхождения. - СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 136 с. [Burova T.E. *Biologicheskaja bezopasnost' syr'ja i produktov pitaniya. Potencial'no opasnye veshhestva biologicheskogo proishozhdenija*. Biological safety of raw materials and food. Potentially dangerous substances of biological origin. - St. Petersburg: NIU ITMO, 2014. – 136 p. (in Russian)]
2. Кадарбагамаев С.М. Биотехнологический потенциал портулака огородного (Portulacaoleracea) // Физико-химическая биология: материалы VI международной научной Интернет-конференции. – Ставрополь, 2018. - С. 66-68. [Kadabagamaev S.M. *Fiziko-himicheskaja biologija: materialy VI mezhdunarodnoj nauchnoj Internet-konferencii*. Physico-chemical biology: proceedings of the VI International Scientific Internet Conference. – Stavropol, 2018. – P. 66-68. (in Russian)]
3. Каюмов Х.Ю., Файзуллаева З.Р., Сафарова У.С., Ахмедова Г.Б., Асатуллаев Ж.Н. Противомикробная активность экстракта дикорастущего лекарственного растения *Portulaca oleracea* L. // *Universum: химия и биология*. – 2020. – Т.78, №12. URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/10995>. [Kayumov Kh.Y., Fayzullayeva Z.R., Safarova U.S., Akhmedova G.B., Asatullayev J.N. *Universum: himija i biologija*. *Universum: chemistry and biology*. – 2020. – V.78. – N12. URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/10995>. (in Russian)]
4. Киниченко А.А., Тржецинский С.Д. Исследование количественного содержания полисахаридов в траве портулака огородного и портулака крупноцветкового // *Рецепт*. – 2018. – Т.21, №6. – С. 843-847. [Kinichenko A.A., Trzhecinskij S.D. *Recept*. *Recipe*. – 2018. – V.21, N6. – P. 843-847. (in Russian)]
5. Нассер Р.А., Никулин А.В., Ямщикова С.И., Потанина О.Г. // Содержание восстанавливающих сахаров в лекарственном растительном сырье *Portulaca oleracea* L. // *Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения: сборник трудов Седьмой научной конференции с международным участием*. - Москва, 2019. – С. 247-253. [Nasser R.A., Nikulin A.V., Yamshchikova S.I., Potanina O.G. *Sovremennye tendencii razvitija tehnologi jzdorov'esberezhenija: sbornikt rudov Sed'moj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. Current trends in the development of health-saving technologies. Proceedings of the Seventh Scientific Conference with international participation. – 2019, Moscow. – P. 247-253. (in Russian)]
6. Нассер Р.А., Потанина А.В., Никулин О.Г. Содержание суммы органических кислот в траве *Portulaca oleracea* L. // *Вопросы обеспечения качества лекарственных средств*. – 2021. – № 4(34). – С. 21-31. [Nasser R.A., Potanina O.G., Nikulin A.V. *Voprosy obespechenija kachestva lekarstvennyh sredstv*. *Journal of Pharmaceuticals Quality Assurance Issues*. – 2021. – N4(34). – P. 21-31. (in Russian)]
7. Глеубаева М.И., Ишмуратова М.Ю., Датхаев У.М., Гемеджиева Н.Г., Флисюк Е.В., Абдуллабекова Р.М. Фармакогностическое изучение сырья *Portulaca oleracea* L. // *Фармация Казахстана*. – 2019. – №10. – С. 33-38. [Tleubayeva M.I., Ishmuratova M.Yu., Datkhayev U.M., Gemedjiyeva N.G., Flisyuk E.V., Abdullabekova R.M. *Farmacija Kazahstana*. *Pharmacy of Kazakhstan*. – 2019. – N10. – P. 33-38. (in Russian)]
8. Фарходов Ф.Ф., Убайдуллаев К.А., Дусматов А.Ф. Определение минерального состава травы портулака огородного (*Portulaca oleracea* L.) // *ScienceTime*. – 2019. – Т.62, №2. – С. 67-71. [Farhodov F.F., Ubajdullaev K.A., Dusmatov A.F. *Science Time*. *Science Time*. – 2019. – V.62, N2. – P. 67-71. (in Russian)]
9. Anusha M., Venkateswarlu M., Prabhakaran V., Taj S.S., Kumari B.P., Ranganayakulu D. Hepatoprotective activity of aqueous extract of *Portulaca oleracea* in combination with lycopene in rats // *Indian Journal of Pharmacology*. – 2011. – N43(5). – P. 563-567. DOI: 10.4103/0253-7613.84973.
10. Bang K.B., Choi J.H., Park J.H., Lee S., Rho M.C., Lee S.W., Lee S., Shin J.E. Effect of *Portulaca oleracea* L. extract on functional constipation: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial // *Saudi Journal of Gastroenterology*. – 2022. – N28(4). – P. 296-303. DOI: 10.4103/sjg.sjg\_400\_21.
11. Baradaran Rahimi V., Rakhshandeh H., Raucci F. et al. Anti-Inflammatory and Anti-Oxidant Activity of *Portulaca oleracea* Extract on LPS-Induced Rat Lung Injury // *Molecules*. – 2019. – N24(1). DOI: 10.3390/molecules24010139.
12. Barakat L.A., Mahmoud R.H. The antiatherogenic, renal protective and immunomodulatory effects of Purslane on hypercholesterolemic rats // *North American Journal of Medical Sciences*. – 2011. – N3(9). – P. 351-357. DOI: 10.4297/najms.2011.3351.
13. Catap E.S., Kho M.J.L., Jimenez M.R.R. In vivo nonspecific immunomodulatory and antispasmodic effects of common purslane (*Portulaca oleracea* Linn.) leaf extracts in ICR mice // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2018. – N215. – P. 191-198. DOI: 10.1016/j.jep.2018.01.009.

14. Chowdhary Cherukuri, Meruva Anusha, Naresh K., Elumalai A. A review on phytochemical and pharmacological profile of *Portulaca oleracea* L. // *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*. – 2013. – N4(1). – P. 34-37. DOI:10.7897/2277-4343.04119.
15. de Souza P.G., Rosenthal A., Ayres E.M.M., Teodoro A.J. Potential Functional Food Products and Molecular Mechanisms of *Portulaca oleracea* L. on Anticancer Activity: A Review // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. – 2022. – N2022. – 7235412. DOI: 10.1155/2022/7235412.
16. Duan Y., Ying Z., Zhang M. et al. Two new homoisoflavones from *Portulaca oleracea* L. and their activities // *Natural Product Research*. – 2022. – N 36(7). – P. 1765-1773. DOI: 10.1080/14786419.2020.1815742.
17. Ebrahimian Z., Razavi B. M., Mousavi Shaegh S.A., Hosseinzadeh H. Effects of *Portulaca oleracea* L. (purslane) on the metabolic syndrome: A review // *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. – 2022. – N 25(11). – P. 1275-1285. DOI: 10.22038/IJBMS.2022.63264.13967
18. Erkhembaatar M., Choi E.J., Lee H.Y. et al. Attenuated RANKL-induced cytotoxicity by *Portulaca oleracea* ethanol extract enhances RANKL-mediated osteoclastogenesis // *BMC Complementary and Alternative Medicine*. – 2015. – N15(226). DOI: 10.1186/s12906-015-0770-9.
19. Farkhondeh Tahereh, Samarghandian Saeed, Azimi-Nezhad Mohsen, Hozeifi Soroush. The Hepato-protective Effects of *Portulaca oleracea* L. extract: Review // *Current Drug Discovery Technologies*. – 2019. – N16(2). – P. 122-126. DOI: 10.2174/1570163815666180330142724.
20. Fu J., Wang H., Dong C., Xi C., Xie J., Lai S., Chen R., Kang J. Water-soluble alkaloids isolated from *Portulaca oleracea* L. // *Bioorganic Chemistry*. – 2021. – V.113. – 105023. DOI: 10.1016/j.bioorg.2021.105023
21. Fu Q., Zhou S., Yu M., Lu Y., He G., Huang X., Huang Y. *Portulaca oleracea* Polysaccharides Modulate Intestinal Microflora in Aged Rats in vitro // *Frontiers in Microbiology*. – 2022. – N13. – 841397. DOI: 10.3389/fmicb.2022.841397
22. He Y., Long H., Zou C. et al. Anti-nociceptive effect of *Portulaca oleracea* L. ethanol extracts attenuated zymosan-induced mouse joint inflammation via inhibition of Nrf2 expression // *Innate Immunity*. – 2021. – N27(3). – P. 230-239. DOI:10.1177/1753425921994190.
23. Jalileh Jalali, Ghasemzadeh Rahbardar Mahboobeh // Ameliorative effects of *Portulaca oleracea* L. (purslane) on the metabolic syndrome: A review // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2022. – N299(5). – 115672. DOI: 10.1016/j.jep.2022.115672.
24. Jia G., Shao X., Zhao R. et al. *Portulaca oleracea* L. polysaccharides enhance the immune efficacy of dendritic cell vaccine for breast cancer // *Food and Function*. – 2021. – N12(9). – P. 4046-4059. DOI: 10.1039/d0fo02522d. PMID: 33977945.
25. Karimi G., Khoei A., Omidi A. et al. Protective effect of aqueous and ethanolic extracts of *Portulaca oleracea* against cisplatin induced nephrotoxicity // *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. – 2010. – N13(2). – P. 31-35. DOI:10.22038/IJBMS.2010.5079.
26. Khazdair R.M., Anaeigoudari A., Kianmeher M. Anti-Asthmatic Effects of *Portulaca oleracea* and its Constituents, a Review // *Journal of Pharmacopuncture*. – 2019. – N22(3). – P. 122-130. DOI: 10.3831/KPI.2019.22.016.
27. Khazdair M.R., Saadat S., Aslani M.R., Shakeri F., Boskabady M.H. // Experimental and clinical studies on the effects of *Portulaca oleracea* L. and its constituents on respiratory, allergic, and immunologic disorders, a review // *Phytotherapy Research*. – 2021. – N35(12). – P. 6487-6488. DOI: 10.1002/ptr.7268.
28. Kim J.Y., Oh H.M., Kwak S.C. et al. Purslane suppresses osteoclast differentiation and bone resorbing activity via inhibition of Akt/GSK3 $\beta$ -c-Fos-NFATc1 signaling in vitro and prevents lipopolysaccharide-induced bone loss in vivo // *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. – 2015. – N38(1). – P. 66-74. DOI: 10.1248/bpb.b14-00567.
29. Kumar A., Sreedharan S., Kashyap. AK, Singh P, Ramchiary N. A review on bioactive phytochemicals and ethnopharmacological potential of purslane (*Portulaca oleracea* L.) // *Heliyon*. – 2021. – N 88(1). – e08669. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e08669.
30. Lee A.S., Lee Y.J., Lee S.M. et al. *Portulaca oleracea* ameliorates diabetic vascular inflammation and endothelial dysfunction in db/db Mice // *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. – 2012. – N2012. – 741824. DOI:10.1155/2012/741824.
31. Lv W.J., Huang J.Y., Li S.P. et al. *Portulaca oleracea* L. extracts alleviate 2,4-dinitrochlorobenzene-induced atopic dermatitis in mice // *Frontiers in Nutrition*. – 2022. – N9. – 986943. DOI: 10.3389/fnut.2022.986943.
32. Nayaka Hanumantappa B., Londonkar Ramesh L., Umesh Madire K., Tukappa Asha. Antibacterial Attributes of Apigenin, Isolated from *Portulaca oleracea* L. // *International Journal of Bacteriology*. – 2014. – N2014. – P. 1-8.
33. Ojah E., Oladele E., Chukwuemeka P. Phytochemical and antibacterial properties of root extracts from *Portulaca oleracea* Linn. (Purslane) utilised in the management of diseases in Nigeria // *Journal of Medicinal Plants for Economic Development*. – 2021. – N5(1). – P. 1-7. DOI:10.4102/jomped.v5i1.103.
34. Pakdel R., Vatanchian M., Niazmand S., Beheshti F., Rahimi M., Aghae A., Hadjzadeh M.A. Comparing the effects of *Portulaca oleracea* seed hydro-alcoholic extract, valsartan, and vitamin E on hemodynamic changes, oxidative stress parameters and cardiac hypertrophy in thyrotoxic rats // *Drug and Chemical Toxicology*. – 2022. – N45(1). – P. 14-21. DOI: 10.1080/01480545.2019.1651330.

35. Pragda S.S., Kuppast I.J., Mankani K.L., Ramesh L. Evaluation of antihyperlipidemic activity of leaves of *Portulaca oleracea* Linn against dexamethasone induced hyperlipidemia in rats // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2012. – N4. – P. 279-283.
36. Rao B.M., Ramasamy Kavitha, Subash K.R., Chariyan B.V., Rao N.J. Evaluation of anti-arthritic activity of pet-ether extract of *Portulaca oleracea*//International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. – 2012. – N3(3). – P. 144-148.
37. Tahereh Farkhondeh, Saeed Samarghandian. The therapeutic effects of *Portulaca oleracea* L. in hepatogastric disorders // Gastroenterología y Hepatología. – 2019. – N42(2). – P. 127-132.
38. Wei J., Quan Q., Wang P., Wang Y., Huo T., An Q. *Portulaca oleracea* extract relieves skin barrier damage induced by increased photosensitivity after GA peeling // Cutaneous and Ocular Toxicology. – 2022. – N 41(3). – P. 257-263. DOI: 10.1080/15569527.2022.2109658.
39. Xu W., Wang J., Ju B., Lan X., Ying X., Stien D. Seven compounds from *Portulaca oleracea* L. and their anticholinesterase activities // Natural Product Research. – 2021. – N36(10). – P. 2547-2553.
40. Yi S., Jin X., Liu B., Wu P., Xiao W., Chen W. *Portulaca oleracea* extract reduces gut microbiota imbalance and inhibits colorectal cancer progression via inactivation of the Wnt/ $\beta$ -catenin signaling pathway // Phytomedicine. – 2022. – N105. – 154279. DOI: 10.1016/j.phymed.2022.154279.
41. YouGuo C., ZongJi S., XiaoPing C. Evaluation of free radicals scavenging and immunity-modulatory activities of Purslane polysaccharides // International Journal of Biological Macromolecules. – 2009. – N45(5). – P. 448-452. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2009.07.009.
42. Zhang Z., Qiao D., Zhang Y. et al. *Portulaca oleracea* L. Extract Ameliorates Intestinal Inflammation by Regulating Endoplasmic Reticulum Stress and Autophagy // Molecular Nutrition and Food Research. – 2022. – N66(5). – e2100791. DOI: 10.1002/mnfr.202100791.

### Информация об авторах

*Михайлова Елена Владимировна* – кандидат биологических наук, ассистент кафедры организации фармацевтического дела, клинической фармации и фармакогнозии ФГБОУ ВО «Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России. E-mail: milenok2007@mail.ru

*Попов Сергей Сергеевич* – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой организации фармацевтического дела, клинической фармации и фармакогнозии ФГБОУ ВО «Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России. E-mail: popov-endo@mail.ru

*Бредихина Татьяна Александровна* – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры организации фармацевтического дела, клинической фармации и фармакогнозии ФГБОУ ВО «Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России. E-mail: bredichina-tat@yandex.ru

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.05.2023

Принята к печати 28.09.2023