

Роль растительных экстрактов в комплексной терапии заболеваний опорно-двигательного аппарата

С. В. Орлова^{1,2}, Е. В. Прокопенко⁵, Е. А. Никитина^{1,2}, Т. Т. Батышева^{1,2}, Н. В. Балашова^{1,3},
М. В. Алексеева^{1,2}, А. Н. Водолазкая⁴

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН), Москва, Россия

² ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия

³ ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М. Ф. Владимирского», Москва, Россия

⁴ Австрийская клиника микронутриентной терапии Biogena, Москва, Россия

⁵ ООО «ИНВИТРО», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Лекарственные растения и их вторичные метаболиты все чаще используются при лечении заболеваний в комплексной терапии. Воспаление представляет собой патологическое состояние, которое проявляется при широком спектре заболеваний, таких как ревматические и иммуноопосредованные состояния, диабет, сердечно-сосудистые заболевания и т.д. В обзоре представлены три растения: Мартиния душистая, Куркума длинная, Босвеллия пильчатая, противовоспалительное действие которых было оценено в клинических и экспериментальных исследованиях. Фитохимические вещества этих растений могут напрямую действовать на несколько механизмов воспалительного процесса, уменьшить боль и замедлить деградацию хряща у пациентов с остеоартритом. Поскольку лечение воспаления не является одномерным средством, мы попытались описать многомерный терапевтический подход к воспалению с помощью фитоэкстрактов. Тем не менее необходимы дальнейшие исследования, которые дадут больше информации об эффективности растительных экстрактов и их комбинации у людей с воспалительными заболеваниями суставов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: остеоартрит, фибромиалгия, боль, воспаление, Мартиния душистая, Куркума длинная, Босвеллия пильчатая, фитоэкстракты, биодоступность, производственные формы выпуска.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

The role of plant extracts in the complex therapy of diseases of the musculoskeletal system

S. V. Orlova^{1,2}, E. V. Prokopenko⁵, E. A. Nikitina^{1,2}, T. T. Batysheva^{1,2}, N. V. Balashova^{1,3},
M. V. Alekseeva^{1,2}, A. N. Vodolazkaya⁴

¹ Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russia

² Scientific and Practical Center for Pediatric Psychoneurology of the Moscow Department of Health, Russia

³ Moscow Regional Research Clinical Institute named after M. F. Vladimirovsky, Moscow, Russia

⁴ Austrian Clinic of Micronutrient Therapy Biogena, Moscow, Russia

⁵ "INVITRO" Limited Liability Company, Moscow, Russia

SUMMARY

Medicinal plants and their secondary metabolites are increasingly used in the treatment of diseases in complex therapy. Inflammation is a pathological condition that includes a wide range of diseases such as rheumatic and immune-mediated conditions, diabetes, cardiovascular diseases, etc. Three plants are presented in the review: *Harpagophytum procumbens*, *Curcuma longa*, *Boswellia serrata*, whose anti-inflammatory effects have been evaluated in clinical and experimental research. The use of *Harpagophytum*, *turmeric* and *boswellia* shows that these phytochemicals can directly act on multiple inflammatory mechanisms and may reduce pain and slow cartilage degradation in patients with osteoarthritis. Since treating inflammation is not a one-dimensional remedy, we attempted to describe a multidimensional therapeutic approach to inflammation using phytoextracts. However, further research is needed to provide more information about the effectiveness of herbal extracts, as well as their combinations, in people with inflammatory joint diseases.

KEYWORDS: the authors declare no conflict of interest: osteoarthritis, fibromyalgia, pain, inflammation, *Harpagophytum procumbens*, *Curcuma longa*, *Boswellia serrata*, phytoextracts, bioavailability, production forms.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

The publication was supported by the RUDN Strategic Academic Leadership Program.

Введение

Воспаление является одной из основных причин развития различных заболеваний, таких как артрит, рак, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, ожирение, заболевания ЖКТ, астма и даже заболевания ЦНС. Глюкокортикостероиды, нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП)

и иммунодепрессанты широко используются при воспалительных заболеваниях, но их долгосрочное применение сопряжено с развитием ряда побочных эффектов [1, 2].

Согласно отчету ВОЗ, 80–85 % населения мира использует растительные продукты для лечения различных заболеваний [3]. Ряд лекарственных растений успешно

используются при воспалении с древних времен и в настоящее время преобразуются в удобные и эффективные лекарственные формы для использования в современных фармпрепаратах [4, 5].

Сохраняется интерес к растениям, обладающим противовоспалительной активностью, в качестве потенциальных альтернативных или сопутствующих средств лечения с меньшими побочными эффектами [6, 7]. Такими свойствами обладают ряд химических компонентов растительного происхождения, таких как алкалоиды, дубильные вещества, флавоноиды, терпеноиды, гликозиды, каротиноиды и сапонины.

Liu и соавт. в своем систематическом обзоре 2018 года показали достоверное уменьшение боли, имеющее клиническое значение, при приеме экстракта кожуры маракуйи, экстракта *B. serrata*, экстракта *Curcuma longa*, куркумина и пикногенола [8]. Наиболее перспективными и широко используемыми травами в этом контексте являются *Narparagophytum procumbens*, *Curcuma longa* L и *Boswellia serrata* Roxb [9].

Мартиния душистая, коготь дьявола (*Narparagophytum procumbens* (Burch.) DC, ex Meisn., 1840) – род *Narparagophytum* широко известен как коготь дьявола, принадлежащий к семейству кунжутных семян *Pedaliaceae*.

Метаанализ J. E. Chrubasik и соавт. (2007) показал высокую эффективность экстракта гарпагофитума, в связи с чем ему был присвоен статус «надежный». В экспериментальных исследованиях было установлено, что экстракт гарпагофитума проявляет противовоспалительное, хондропротекторное и обезболивающее действие. [1].

Противовоспалительное действие гарпагофитума связано со способностью уменьшать высвобождение провоспалительных цитокинов – интерлейкина (IL) 1 β , IL-6 и фактора некроза опухоли α (TNF- α) из моноцитов и макрофагов, которые, как известно, являются триггерами воспалительной реакции; снижать образование матриксных металлопротеиназ (MMP-1, MMP-3, MMP-9), вызывающих деструкцию хряща; подавлять экспрессию циклооксигеназы 2-го типа (COX-2) и индуцибельной NO-синтазы (iNOS) в фибробластах, что приводит соответственно к уменьшению образования простагландинов, опосредующих экссудативную фазу воспаления, и NO, вовлеченного в перекисное окисление липидов; увеличивать содержание супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионпероксидазы – ферментов с подтвержденной способностью нейтрализовать активные формы кислорода (АФК) и таким образом снижать интенсивность перекисного окисления липидов [2].

Результаты метаанализов и обзоров свидетельствуют об эффективности гарпагофитума при лечении суставной боли вследствие остеоартрита, остеоартроза, неспецифической поясничной боли и фибромиалгии. При этом выраженность боли уменьшается на 80 %.

Эффективность экстрактов гарпагофитума оказалась сравнима с таковой нестероидных противовоспалительных средств (фенилбутазон, диацереин, рофекоксиб). Как следствие, прием гарпагофитума позволяет сократить использование данной группы синтетических противовоспалительных средств. Одновременно снижается необходимость в приеме резервных обезболивающих средств, используемых при внезапном усилении боли [1].

Было проведено 5 исследований (1 открытое и 4 двойных слепых клинических испытания) экстрактов *Narparagophytum procumbens* по лечению остеоартрита и ревматоидного артрита тазобедренных или коленных суставов. Суточная доза экстрактов *Narparagophytum procumbens* варьировала в диапазоне 30–57 мг гарпагозида в день, длительность лечения составила 4–20 недель.

В открытом исследовании было обнаружено достоверное уменьшение выраженности боли и улучшение функции суставов (улучшение показателей по индексу WOMAC, по которому оценивают выраженность боли и функцию суставов; уменьшение значений по визуальной аналоговой шкале боли; высокая эффективность лечения по данным врачебных осмотров).

В два двойных слепых плацебо-контролируемых исследования были включены пациенты с ревматическим поражением тазобедренных или коленных суставов и обострением коксартрита. На фоне лечения экстрактами *Narparagophytum procumbens* было отмечено уменьшение боли и увеличение подвижности суставов (снижение параметров по визуальной аналоговой шкале боли; уменьшение расстояния между пальцами рук и локтем при наклоне пациентов как меры выраженности боли; увеличение подвижности суставов). В одном из этих исследований [2] прием экстракта *Narparagophytum procumbens* привел к достоверному уменьшению приема нестероидного противовоспалительного средства ибупрофен. В данной работе количество респондеров (лиц, чувствительных к терапии) оценивали как процент пациентов, у которых в течение последних 4 недель лечения болевой паттерн практически не изменился, а прием ибупрофена в дозе 400 мг осуществлялся только для неотложного купирования боли не более 10 раз. В результате было выявлено, что число респондеров в группе, принимавшей экстракт *Narparagophytum procumbens*, составило 70,8 %, в то время как в плацебо-группе – лишь 40,9 % ($p=0,041$). Таким образом, в плацебо-группе у многих пациентов болевой синдром значительно усилился, что требовало более интенсивного приема ибупрофена. В то время как прием экстракта *Narparagophytum procumbens* позволил добиться ослабления боли у большего числа пациентов (70,8 %), что позволило отказаться от постоянного длительного приема ибупрофена у больных с остеоартрозом.

В двух сравнительных двойных слепых исследованиях была оценена эффективность экстрактов *Narparagophytum procumbens* и двух нестероидных противовоспалительных средств – фенилбутазона и диацереина у пациентов с ревматическим поражением суставов, подагрическим артритом, остеоартритом тазобедренных и коленных суставов. В результате была обнаружена одинаковая эффективность экстракта *Narparagophytum procumbens* и фенилбутазона в отношении уменьшения суставной боли: экстракт снижал выраженность боли на 80 %, фенилбутазон – на 72 %. При сравнении экстракта *Narparagophytum procumbens* и диацереина был выявлен одинаковый обезболивающий эффект и сходное улучшение подвижности суставов.

Многоцентровое рандомизированное двойное слепое исследование с параллельными группами было проведено у 122 пациентов с остеоартрозом тазобедренного и/или ко-

ленного сустава. Продолжительность лечения составила 4 месяца, а основным критерием была оценка боли по визуальной аналоговой шкале. Гарпагофитум в дозе 2610 мг в день сравнивали с дилаксеном в дозе 100 мг в день. В конце исследования в обеих группах наблюдалось значительное улучшение симптомов остеоартрита без существенных различий в отношении боли, функциональной инвалидности или оценки Лекена. Однако использование обезболивающих (ацетаминофен-кофеин) и нестероидных противовоспалительных (диклофенак) препаратов было значительно сокращено в группе *Harpagophytum*, у которой также была значительно более низкая частота побочных эффектов.

В 5 ДСРКИ (двойные слепые рандомизированные клинические исследования) были включены пациенты с хронической неспецифической болью в спине, которым назначали экстракты *Harpagophytum procumbens* в дозах 30–100 мг в день в течение 4 недель. Отмечено уменьшение выраженности боли по Орхусской шкале боли и увеличение количества пациентов с полным отсутствием боли по сравнению с плацебо. В сравнительных испытаниях была продемонстрирована одинаковая эффективность экстрактов *Harpagophytum procumbens* и стандартных нестероидных противовоспалительных средств, а также селективных ингибиторов СОХ-2 (рофекоксиб). При этом были получены аналогичные результаты в отношении уменьшения выраженности боли по Орхусской шкале боли и увеличения количества пациентов с полным отсутствием боли.

В двойном слепом и постмаркетинговом мониторинговом исследованиях сообщается об эффективности экстрактов мартинии при легком/умеренном мышечном напряжении/боли как генерализованного, так и локализованного характера. Назначение экстрактов при фибромиалгии, как и в случае остеоартрита и поясничной боли, способствует снижению приема нестероидных противовоспалительных средств.

Куркумин. Куркумин получают из корневищ многолетней травы *Curcuma longa* L. (широко известной как куркума) – растения, принадлежащего к семейству имбирных (*Zingiberaceae*) [1].

Куркумин-полифенольное соединение, наиболее важная желтопигментированная фракция, отвечающая за биологическую активность куркумы [2]. Основными компонентами куркумина являются куркуминоиды, составляющие 3–5 % куркумы: куркумин I (~77%), куркумин II (~17%) и куркумин III (~3%) [3].

Куркумин оказывает противовоспалительное и обезболивающее действие, аналогичное действию НПВП при артрите [4]. Различные исследования *in vitro* и *in vivo* продемонстрировали эффективность куркумина при РА и ОА. Было обнаружено, что пероральное введение куркуминоидов эффективно снижает острое и хроническое воспаление на 75 и 68 % соответственно при артрите у крыс, индуцированном стрептококком [5]. Более того, сообщалось, что куркумин индуцирует апоптоз через митохондриальные и рецептор-опосредованные пути и активацию каспазных каскадов [6]. Противовоспалительное действие куркумина объясняется также ингибированием синтеза тромбосана (ТХ), лейкотриенов (ЛТ) и увеличением стероидогенеза надпочечников [7]. Эксперимент с хондроцитами человека в качестве объекта исследования показывает,

что куркумин может подавлять экспрессию воспалительных факторов в клетках, таких как оксид азота, PGE2, TNF-α, IL-6 и IL-8, уровни протеаз [8, 9].

Многочисленные исследования показали, что куркумин может ингибировать апоптоз хондроцитов (10, 11). Апоптоз хондроцитов при ОА связан с окислительным стрессом и стрессом эндоплазматического ретикулума (ER). [59] продемонстрировали, что куркумин защищает хондроциты крыс от апоптоза, стимулируя экспрессию SIRT1 и ингибируя стресс ER и связанный с ним сигнальный путь PERK-eIF2α-ATF4-CHOP. Сравнительные метаанализы показали, что куркумин оказывает лучший эффект при лечении ОА коленного сустава, чем плацебо [12, 13]. Так, первый сетевой метаанализ 2024 года приводит всестороннюю оценку разницы между куркумином и другими широко используемыми препаратами, такими как НПВП и СР, при лечении ОА коленного сустава. Эти результаты показывают, что использование куркумина может снизить общее количество анальгетиков, используемых пациентами с ОА коленного сустава. Что касается частоты побочных реакций, как куркумин, так и куркумин + НПВП были ниже, чем только НПВП. Результаты этого метаанализа показали, что куркумин, куркумин + СР и куркумин + НПВП имеют хорошую клиническую эффективность при лечении ОА коленного сустава [14].

Другое клиническое исследование показало, что куркумин и низкие дозы ибупрофена оказывали одинаковый эффект в уменьшении боли при ОА [15].

В литературе также есть сравнительные метаанализы, которые обеспечивают дополнительную доказательную поддержку лечения артрита куркумином [16, 17].

Метаанализ показал, что использование куркумина в качестве биодобавки было лучше, чем глюкозамина и хондроитина, в улучшении ОА в коленных суставах, тазобедренных суставах и кистях в краткосрочной перспективе [18]. Другие исследования также показали, что куркумин может уменьшить боль при ОА и улучшить функцию суставов при одновременном снижении риска побочных эффектов [19, 20] и может способствовать сокращению использования НПВП, которые оказывают более неблагоприятное воздействие [21].

Босвеллия (*Boswellia serrata* Roxb) принадлежит к семейству Burseraceae и представляет собой листопадное дерево, обычно вырастающее до высоты 4–5 м [22].

Род *Boswellia* включает почти 25 различных видов, в смоле почти всех этих видов обнаружен биологически активный компонент босвеллиевая кислота (БК), которая по химическому строению представляет собой пентациклическую тритерпеновую кислоту [23, 24]. Содержание БК в коммерчески доступных стандартизированных экстрактах варьируется от 37,5 до 65 % [25].

Босвеллиевые кислоты (БК) действуют на различные мишени, в частности на 5-LO, топоизомеразы, ангиогенез и ферменты цитохрома р450. Кроме того, в зависимости от типа пораженных клеток БК могут стимулировать или ингибировать митоген-активируемую протеинкиназу (МАПК), особенно р38. БК ингибируют ключевой фермент синтеза лейкотриенов – липоксигеназу. БК ингибируют синтез лейкотриенов либо путем блокирования транслокации,

либо непосредственно взаимодействуя с 5-LO, и, таким образом, действуют как мощный противовоспалительный агент. БК является специфическим неокислительно-восстановительным ингибитором 5-LO, поскольку не ухудшает свойства ферментов COX и 12-LO и не ингибирует перекисное окисление АК [26–29]. Экстракт *B. serrata* ингибирует образование продуктов 5-LO в полиморфно-ядерных нейтрофильных лейкоцитах дозозависимым образом [30]. Модулирование медиаторов воспаления (TNF- α , IL-1 β , IL-6, IFN- γ и PGE2) экстрактом *B. serrata* было доказано в исследованиях *in vivo* и *in vitro* [31, 32]. Босвеллиевая кислота может ингибировать конвертазу С3 и подавлять классический путь системы комплемента [33]. Аналогичным образом она оказывает местное противовоспалительное действие, а также системные эффекты [34].

Об эффективности экстракта босвеллии как потенциальных противовоспалительных препаратов при ОА сообщалось во многих клинических испытаниях [35, 36]. С 2003 года во многих исследованиях изучалась возможность применения и обоснована эффективность экстракта *Boswellia serrata* у больных остеоартрозом. В конце периода лечения наблюдалось резкое уменьшение частоты отека и боли в суставах, а также увеличение гибкости суставов [37]. Аналогично значительное снижение скорости оседания эритроцитов (СОЭ), утренней скованности и потребности в приеме НПВП во время терапии произошло у пациентов с ревматоидным артритом в рамках другого клинического исследования [38].

Синергизм взаимодействия фитоэкстрактов

Эффективность использования отдельных растительных соединений для лечения сложного и хронического заболевания с множественными факторами риска, такого как остеоартрит, может быть ограничена. Следовательно, подходы, к комплексной терапии могут потребовать комбинацию растительных экстрактов и/или их метаболитов.

Противовоспалительное действие куркумина усиливается в сочетании с другими природными соединениями [39]. Например, комбинированное лечение *Lactobacillus acidophilus* LA-1, витамином В и куркумином замедляет прогрессирование остеоартрита за счет ингибирования провоспалительных медиаторов [40].

Часто куркумин комбинируют с босвеллией для усиления его противовоспалительного эффекта, особенно потому, что ряд основных ферментов, участвующих в воспалении, таких как 5-LO, катепсин G (catG) и микросомальная синтаза простагландина E (mPGES)-1, а также NF- κ B и некоторые провоспалительные цитокины, такие как TNF α , IL-1 β , IL-2 и IL-6, также ингибируются босвеллиевыми кислотами [41, 42].

Несколько клинических исследований продемонстрировали, что комбинация куркумина и растительных экстрактов, содержащих босвеллиевую кислоту, оказывает более эффективное обезболивающее действие, чем эффект только куркумина, предположительно из-за синергетического взаимодействия ингредиентов [43, 44]. Исследования *in vivo* и *in vitro* показали, что использование препаратов куркумина и босвеллии может остановить или замедлить катаболическое действие ключевых медиаторов воспаления на ранних стадиях заболевания, а также продолжить

блокировать воспалительные пути, которые связаны с прогрессированием ОА коленного сустава. Было показано, что как куркумин, так и БК противодействуют снижению уровня гликозаминогликанов и препятствуют секреции и активности матриксных металлопротеиназ (ММП), что потенциально может предотвратить дальнейшую дегградацию хрящевой ткани, тогда как некоторые НПВП, напротив, могут нарушать синтез гликозаминогликанов, что может ускорять или усиливать повреждение хряща [45].

Комбинация экстрактов шиповника, *Harpagophytum procumbens* и *Boswellia serrata* оказывает динамическое воздействие на мишени ОА, такие как воспаление и катаболизм, подавляет оксидативный стресс и облегчает хроническую боль, а также выполняет дополнительные, аддитивные упражнения и синергический противоартритный эффект. Недавние клинические данные свидетельствуют о потенциальных перспективах использования этой комбинации в качестве надежной начальной терапевтической стратегии лечения артрита [46].

Комбинация куркумина с бромелайном и гарпагофитумом значительно снижала экспрессию генов, участвующих в катаболизме, воспалении и боли, что позволяет предположить, что вместе они могут оказывать благотворное влияние на пациентов с ОА, облегчая боль при ОА и синовиальное воспаление, а также уменьшая дегградацию хрящевой ткани. Комбинация этих трех растительных соединений оказывает противовоспалительное и антикатаболическое действие на клетки синовиальной оболочки и, таким образом, может уменьшить прогрессирование ОА и связанную с ним боль [47].

Анализ эффективности биодобавки, сочетающей *Harpagophytum procumbens*, *Zingiber officinale* и *Vixa orellana*, проводился среди здоровых бегунов-любителей среди мужчин RR в возрасте 40–60 лет, страдающих дискомфортом в коленях после тренировки, в течение 4 недель. Результаты пилотного, рандомизированного, тройного слепого, плацебо-контролируемого исследования показали положительный эффект приема комплексной биодобавки в виде уменьшения жировой массы, снижения термограммы колена [48].

Биодоступность

Биодоступность является основным препятствием на пути реализации доклинического потенциала многих растительных экстрактов в терапевтические эффекты, особенно для тех, чьи активные ингредиенты демонстрируют плохую растворимость в воде и сильную склонность к самоагрегации. Это относится ко многим полифенольным и тритерпеноидным кислотам.

Известно, что нативные экстракты куркумина и босвеллии обладают противовоспалительными свойствами, но имеют плохую биодоступность при пероральном приеме. БК являются высоколипофильными субстанциями, которые имеют относительно низкую абсорбцию через ЖКТ, но высокую степень задержки (удержания) в клетках кишечника, этот феномен связан с высокой липофильностью веществ. Однако всасывание БК увеличивается более чем в два раза, если принимать их вместе с пищей с высоким содержанием жиров. Куркумин представляет собой нестабильное и реакционноспособное соединение с ограниченной биодоступ-

ностью при пероральном приеме, быстрым метаболизмом и быстрым выведением [49, 50]. Для повышения биодоступности куркумина были разработаны наноструктурированные липидные носители, фосфолипидные комплексы, мицеллы, липосомы и биополимерные наночастицы [51, 52], которые могут продлить время высвобождения фитоэкстракта и повысить проницаемость, устойчивость к выведению [53] и удерживания в клетках кишечника [54, 55]. Благодаря передовой технологии мицеллирования стало возможным производить стабильные солюбилизы этих экстрактов, тем самым заметно повышая их биодоступность и, следовательно, уменьшая перорально принимаемую дозу и уменьшая их потенциальные побочные эффекты. Полученные данные подтверждают, что солюблеты экстрактов куркумина и босвеллии позволяют использовать гораздо меньшие дозы, чем требуется в нативной форме, для достижения мощного противовоспалительного эффекта. В исследовании было отмечено, что использование системы доставки на основе фосфолипидов усиливает абсорбцию, одновременно снижая вариабельность [56]. Более того, комбинация солюбилизов куркумина и босвеллии показывает, что они усиливают друг друга, вызывая терапевтический эффект, эквивалентный, если не более сильный, чем НПВС (диклофенак) [57].

Результаты подтверждают, что мицеллярная солюбилизация куркумина и босвеллии не только увеличивает их биодоступность, но и усиливает их биологическую активность. Таким образом, мицеллярный куркумин, особенно в сочетании с мицеллярной босвеллией, может представлять собой многообещающее средство для противовоспалительного лечения и потенциальную противовоспалительную альтернативу синтетическим препаратам [58].

Лецитиновая форма существенно улучшает абсорбцию куркумина [59, 60], всасывание БК и способствует их проникновению в ткани, способствуя достижению тканевых концентраций этих соединений в диапазоне их противовоспалительной активности [61, 62].

У экстракта *Harpagophytum procumbens* неплохая биодоступность, поэтому нет необходимости упаковывания растения в мицеллы, липо- или фитосомы. Первоначально было сделано предположение, что основным действующим компонентом экстракта *гарпагофитума* является иридоидный гликозид под названием гарпагозид. Однако, учитывая поликомпонентность экстракта (гликозиды – гарпагозид, β -ситостерол; флавоноиды; фенолы), наблюдаемый фармакологический эффект является, скорее, суммой действия всех входящих в его состав компонентов, о чем говорят более поздние исследования. Поэтому клинически целесообразно применять цельный экстракт гарпагофитума, поскольку лишь в этом случае устойчиво развивается полноценный лечебный эффект. В ряде других работ показано, что противовоспалительные эффекты экстракта мартинии душистой могут быть связаны с другими гликозидами, содержащимися в препарате, например с β -ситостеролом [63]. Установлено также, что за антиоксидантные свойства экстракта ответственны содержащиеся в нем флавоноиды и фенолы [64]. С целью же стандартизации и возможности сравнения экстрактов следует указывать содержание в них именно гарпагозида (2–5%), несмотря на то что он, по-видимому, не является основным активным компонентом.

Заключение

Воспаление является сложным процессом, необходимым для защиты организма, но излишнее производство воспалительных медиаторов может привести к хронизации болезней. Исследование противовоспалительных свойств растений – сравнительно новая область в современной биомедицине.

Однако на сегодняшний день обнаружено, что фитоэкстракты гарпагофитума, босвеллии и куркумина блокируют синтез цитокинов и эйкозаноидов, ограничивающих воспалительный каскад, и облегчают симптомы, присущие воспалению. Помимо своей эффективности растительные экстракты обладают дополнительным преимуществом перед синтетическими лекарственными средствами: они не вызывают серьезных побочных эффектов или токсичности для клеток печени и почек. Поэтому лекарственные растения рассматриваются как источники противовоспалительных и болеутоляющих средств и как реальная альтернатива традиционным лекарствам. Продолжение исследований в этой области потенциально может расширять наше понимание о полезности свойств экстрактов и помочь раскрыть терапевтический потенциал растений, которые еще не были должным образом исследованы.

Список литературы / References

1. Ravindran PN. Turmeric – the golden spice of life. *Turmeric: The genus Curcuma*. Taylor and Francis Group, 2006. P. 1–14.
2. Inaba K., Murata K., Naruto S., Matsuda H. Inhibitory effects of devil's claw (secondary root of *Harpagophytum procumbens*) extract and harpagoside on cytokine production in mouse macrophages. *J. Nat. Med.* 2010; 64 (2): 219–222.
3. Kiuchi F., Goto Y., Sugimoto N., Akao N., Kondo K., Tsuda Y., Nematocidal activity of turmeric: synergistic action of curcuminoids. *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)*. 1993; 41: 1640–3.
4. Chopra A., Saluja M., Tiliu G., Sarmukkaddam S., Venugopalan A., Narasimulu G., Handa R., Sumantran V., Raut A., Bichile L., Joshi K., Patwardhan B. Ayurvedic medicine offers a good alternative to glucosamine and celecoxib in the treatment of symptomatic knee osteoarthritis: a randomized, double-blind, controlled equivalence drug trial. *Rheumatology (Oxford)*. 2013 Aug; 52 (8): 1408–17. DOI: 10.1093/rheumatology/kes414. Epub 2013 Jan 30. PMID: 23365148.
5. Funk J.L., Oyarzo J.N., Frye J.B., Chen G., Lantz R. C., Jalad S. D., Sölyom A. M., Timmermann B. N. Turmeric extracts containing curcuminoids prevent experimental rheumatoid arthritis. *J. Nat. Prod.* 2006; 69: 351–355. <http://doi.org/10.1021/np050327>
6. Shehzad A., Rehman G., Lee Y. S. Curcumin in inflammatory diseases. *Biofactors*, 2013; 39: 69–77. <http://doi.org/10.1002/biof.1066>
7. Lal B., Kapoor A., Agrawal P., Asthana O., Srimal R. Role of curcumin in idiopathic inflammatory orbital pseudotumours. *Phytother. Res.*, 2000; 14: 443–447. [http://doi.org/10.1002/1099-1573\(200009\)14:6<443::aid-pt619>3.0.co;2-v](http://doi.org/10.1002/1099-1573(200009)14:6<443::aid-pt619>3.0.co;2-v)
8. Crivelli B., Bari E., Perteghella S., Catenacci L., Sorrenti M., Mocchi M., Faragò S., Tripodo G., Prina-Mello A., Torre ML. Silk fibroin nanoparticles for celecoxib and curcumin delivery: ROS-scavenging and anti-inflammatory activities in an in vitro model of osteoarthritis. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 2019 Apr; 137: 37–45. DOI: 10.1016/j.ejpb.2019.02.008. Epub 2019 Feb 14. PMID: 30772432.
9. Kim L., Kim J.Y. Chondroprotective effect of curcumin and lecithin complex in human chondrocytes stimulated by IL-1 β via an anti-inflammatory mechanism. *Food Sci Biotechnol.* 2018 Sep; 28 (2): 547–553. DOI: 10.1007/s10068-018-0470-6. PMID: 30956867; PMCID: PMC6431345.
10. Zhang Z., Leong D. J., Xu L., He Z., Wang A., Navati M., et al. Curcumin Slows Osteoarthritis Progression and Relieves Osteoarthritis-Associated Pain Symptoms in a post-traumatic Osteoarthritis Mouse Model. *Arthritis Res. Ther.* 2016; 18 (1): 128. DOI: 10.1186/s13075-016-1025-y
11. Henroin Y., Malaise M., Wittoek R., de Vlam K., Bresseur J.P., Luyten F.P., et al. Bio-optimized Curcuma Longa Extract Is Efficient on Knee Osteoarthritis Pain: a Double-Blind Multicenter Randomized Placebo Controlled Three-Arm Study. *Arthritis Res. Ther.* 2019; 21 (1): 179. DOI: 10.1186/s13075-019-1960-5
12. Feng J., Li Z., Tian L., Mu P., Hu Y., Xiong F., Ma X. Efficacy and safety of curcuminoids alone in alleviating pain and dysfunction for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Complement Med Ther.* 2022 Oct 19; 22 (1): 276. DOI: 10.1186/s12906-022-03740-9. PMID: 36261810; PMCID: PMC9580113.
13. Wang Z., Singh A., Jones G., Winzenberg T., Ding C., Chopra A., Das S., Danda D., Laslett L., Antony B. Efficacy and Safety of Turmeric Extracts for the Treatment of Knee Osteoarthritis: a Systematic Review and Meta-analysis of Randomised Controlled Trials. *Curr Rheumatol Rep.* 2021 Jan 28; 23 (2): 11. DOI: 10.1007/s11926-020-00975-8. PMID: 33511486
14. Zhao J., Liang G., Zhou G., Hong K., Yang W., Liu J., Zeng L. Efficacy and safety of curcumin therapy for knee osteoarthritis: A Bayesian network meta-analysis. *Journal of Ethnopharmacology.* 2024; 321: 117493. ISSN 0378-8741. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.117493>
15. Kupiniratsaikul V., Dajpratham P., Taechaarpomkul W., Buntragulpoontawe M., Lukkanapichonchut P., Chootip C., et al. (2014). Efficacy and Safety of Curcuma Domestica Extracts Compared with Ibuprofen in Patients with Knee Osteoarthritis: a Multicenter Study. *Clin. Interv. Aging* 9, 451–458. DOI: 10.2147/CIA.S58535
16. Feng J., Li Z., Tian L., Mu P., Hu Y., Xiong F., Ma X. Efficacy and safety of curcuminoids alone in alleviating pain and dysfunction for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Complement Med Ther.* 2022 Oct 19; 22 (1): 276. DOI: 10.1186/s12906-022-03740-9. PMID: 36261810; PMCID: PMC9580113.
17. Wang Z., Singh A., Jones G., Winzenberg T., Ding C., Chopra A., Das S., Danda D., Laslett L., Antony B. Efficacy and Safety of Turmeric Extracts for the Treatment of Knee Osteoarthritis: a Systematic Review and Meta-analysis of Randomised Controlled Trials. *Curr. Rheumatol. Rep.* 2021 Jan 28; 23 (2): 11. DOI: 10.1007/s11926-020-00975-8. PMID: 33511486
18. Liu Y., Mi B., Lv H., Liu J., Xiong Y., Hu L., et al. (2018). Shared KEGG Pathways of Icaritin-Targeted Genes and Osteoarthritis. *J. Cel. Biochem.*
19. Panahi Y., Rahmnia A.R., Sharafi M., Alshih G., Saburi A. and Sahebkar A. Curcuminoid Treatment for Knee Osteoarthritis: a Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Trial. *Phytother Res.* 2014; 28 (11): 1625–1631. DOI: 10.1002/ptr.5174
20. Banuru R. R., Osani M. C., Vaysbrof E. E., Arden N. K., Bennell K., Bierma-Zeinstra S.M.A., et al. OARSI Guidelines for the Non-surgical Management of Knee, Hip, and Polyarticular Osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2019; 27 (11): 1578–1589. DOI: 10.1016/j.joca.2019.06.011
21. Grover A. K., Samson S.E. Benefits of Antioxidant Supplements for Knee Osteoarthritis: Rationale and Reality. *Nutr. J.* 2016; 15: 1. DOI: 10.1186/s12937-015-0115-z

22. Senghani M.K., Patel P.M. Pharmacognostic and phytochemical study of Oleo gum resin from *Boswellia serrata*. Res. J. Pharmacog. Phytochem. 2013; 5: 244–250.
23. Shah B.A., Qazi G.N., Taneja S.C. Boswelllic acids: a group of medicinally important compounds. Nat. Product. Rep. 2009; 26 (1): 72–89.
24. Al-Harasi A., Al-Saidi S. Phytochemical analysis of the essential oil from botanically certified oleogum resin of *Boswellia sacra* (Omani luban). Molecules. 2008; 13 (9): 2181–2189.
25. Schauss A., Millholland R., Munson S. Indian frankincense (*Boswellia serrata*) gum resin extract: a review of therapeutic applications and toxicology. Nat. Med. J. 1999; 2 (2): 16–20.
26. Poekkel D., Werz O. Boswellic acids: biological actions and molecular targets. Curr. Med. Chem. 2006; 13 (28): 3359–3369.
27. Kumar A., Shah B.A., Singh S., Hamid A., Singh S.K., Sethi V.K. et al. Acyl derivatives of boswellic acids as inhibitors of NF- κ B and STATs. Bioorg. Med. Chem. Lett. 2012; 22: 431–435.
28. Skarke C., Kuczka K., Tausch L., Werz O., Rossmanith T., Barrett J.S. et al. Increased bioavailability of 11-keto-beta-boswellic acid following single oral dose frankincense extract administration after a standardized meal in healthy male volunteers: modeling and simulation considerations for evaluating drug exposures. J. Clin. Pharmacol. 2012; 52: 1592–1600.
29. Takada Y., Ichikawa H., Badmaev V., Aggarwal B. B. Acetyl-11-keto-beta-boswellic acid potentiates apoptosis, inhibits invasion and abolishes osteoclastogenesis by suppressing NF- κ B and NF- κ B-regulated gene expression. J. Immunol. 2006; 176 (5): 3127–3140.
30. Ammon H.P., Mack T., Singh G.B., Safayhi H. Inhibition of leukotriene B4 formation in rat peritoneal neutrophils by an ethanolic extract of gum resin exudates of *Boswellia serrata*. Planta. Med. 1991; 57: 203–207.
31. Gayathri B., Manjula N., Vinayakumar K.S., Lakshmi B.S., Balakrishnan A. Pure compound from *Boswellia serrata* extract exhibits anti-inflammatory property in human PBMCs and mouse macrophages through inhibition of TNF α , IL-1 β , NO and MAP kinases. International Immunopharmacology. 2007; 7 (4): 473–482.
32. Kapil A., Moza N. Anticomplementary activity of Boswellic acids – an inhibitor of C3-converterase of the classical complement pathway. International Journal of Immunopharmacology. 1992; 14 (7): 1139–1143.
33. Ammon H.P.T. Modulation of the immune system by *Boswellia serrata* extracts and boswellic acids. Phytomedicine. 2010; 17 (11): 862–867.
34. Singh S., Khajuria A., Taneja S.C., Johri R.K., Singh J., Qazi G.N., Boswellic acids: a leukotriene inhibitor also effective through topical application in inflammatory disorders. Phytomedicine. 2008; 15 (6–7): 400–407.
35. Perera PK, Perera M, Kumarasinghe N. Effect of Sri Lankan traditional medicine and Ayurveda on Sandhigata Vata (osteoarthritis of knee joint). Ayu. 2014; 35: 411–5.
36. Shah MR, Mehta CS, Shukla VD. et al. A Clinical study of Matra Vasti and an ayurvedic indigenous compound drug in the management of Sandhigatavata (Osteoarthritis). Ayu. 2010; 31: 210–7. <https://doi.org/10.4103/0974-8520.72399>
37. Kimmattkar N., Thawani V., Hingorani L., Khyani R. Efficacy and tolerability of *Boswellia serrata* extract in treatment of osteoarthritis of knee – a randomized double blind placebo controlled trial. Phytomedicine. 2003; 10 (1): 3–7.
38. Eitel R. Special extract of BOSWELLIA serrata (H15) in the treatment of rheumatoid arthritis. Phytomedicine. 1996; 3 (1): 91–94.
39. Hosseini-Zare MS, Sarhadi M, Zarei M, Thilagavathi R, Selvam C. Synergistic effects of curcumin and its analogs with other bioactive compounds: a comprehensive review. Eur. J. Med. Chem. 2021; 210: 113072.
40. Jhun J, Min H-K, Na HS, Kwon JY, Ryu J, Cho K-H, et al. Combinatorial treatment with lactobacillus acidophilus LA-1, vitamin B, and curcumin ameliorates the progression of osteoarthritis by inhibiting the pro-inflammatory mediators. Immunol Lett. 2020; 228: 112–21.
41. Vishal A. A., Mishra A., Raychaudhuri S.P. A double blind, randomized, placebo controlled clinical study evaluates the early efficacy of Afapin® in subjects with osteoarthritis of knee. Int J. Med. Sci. 2011; 8 (7): 615–622.
42. Umar S., Umar K., Saarwar A.H., Khan A., Ahmad N. *Boswellia serrata* extract attenuates inflammatory mediators and oxidative stress in collagen induced arthritis. Phytomedicine. 2014; 21: 847–856.
43. Bannuru RR, Osani MC, Al-Eid F, Wang C. Efficacy of curcumin and *Boswellia* for knee osteoarthritis: Systematic review and meta-analysis. Semin Arthritis Rheum. 2018 Dec; 48(3): 416–429. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2018.03.001. Epub 2018 Mar 10. PMID: 29622343; PMCID: PMC6131088.
44. Harayan A., Mukuchyan V., Mkrfchyan N., Minasyan N., Gasparyan S., Sargsyan A., Narimanyan M., Hovhannisyun A. Efficacy and safety of curcumin and its combination with boswellic acid in osteoarthritis: a comparative, randomized, double-blind, placebo-controlled study. BMC Complement Altern. Med. 2018; 18 (1): 7.
45. Raveendhara R, Bannuru, Mikala C. Osani, Fatimah Al-Eid, Chenchen Wang. Efficacy of curcumin and *Boswellia* for knee osteoarthritis: Systematic review and meta-analysis. Seminars in Arthritis and Rheumatism. 2018; 48 (3): 416–429. ISSN 0049–0172. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2018.03.001>
46. Tapasvi S. Role of Rosehip, Devil's claw, and *Boswellia serrata* in osteoarthritis: Molecular and clinical perspectives. International Journal of Orthopaedics Sciences 2023; 9 (1): 587–593.
47. Brochard S, Pontin J, Bemay B, Boumediene K, Conzozier T, Baugé C. The benefit of combining curcumin, bromelain and harpagophyllum to reduce inflammation in osteoarthritic synovial cells. BMC Complement Med Ther. 2021 Oct 14; 21 (1): 261. DOI: 10.1186/s12906-021-03435-7. PMID: 34649531; PMCID: PMC8515758
48. Chrubasik S, Zimpfer C, Schütt U, Ziegler R. Effectiveness of *Harpagophyllum procumbens* in treatment of acute low back pain. Phytomedicine. 1996 May; 3 (1): 1–10. DOI: 10.1016/S0944-7113(96)80003-1. PMID: 23194854
49. Nelson K.M., Dahlin J.L., Bisson J., Graham J., Pauli G.F., Walters M.A. The Essential Medicinal Chemistry of Curcumin. Journal of Medicinal Chemistry. 2017; 60 (5): 1620–1637.
50. Taghipour Y.D., Hajilyani M., Naseri R., Hesari M., Mohammadi P., Stefanucci A. et al. Nanoformulations of natural products for management of metabolic syndrome. International Journal of Nanomedicine. 2019; 14: 5303–5321.
51. Mimica B., Bučević Popović V., Banjari I., Jeličić Kadić A., Puljak L. (2022) Methods Used for Enhancing the Bioavailability of Oral Curcumin in Randomized Controlled Trials: A Meta-Research Study. Pharmaceuticals (Basel, Switzerland) 15(8).
52. Shoba G., Joy D., Joseph T., Majeed M., Rajendran R., Srinivas P. Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. Planta Med. 1998; 64 (04): 353–356.
53. Anand P., Kunnumakkara A.B., Newman R.A., Aggarwal B.B. Bioavailability of Curcumin: Problems and Promises. Mol. Pharm. 2007; 4 (6): 807–818. DOI: 10.1021/mp700113r
54. Abdel-Tawab M., Werz O., Schubert-Zsilavecz M. *Boswellia serrata*: an overall assessment of in vitro, preclinical, pharmacokinetic and clinical data. Clin. Pharmacokinet. 2011; 50: 349–369.
55. Bagul P., Khomane K.S., Bansal A.K. Investigating permeability related hurdles in oral delivery of 11-keto-beta-boswellic acid. Int J. Pharm. 2014; 464: 104–110.
56. Hüscher J., Gerbeth K., Fricker G., Setzer C., Zirkel J., Rebmann H. et al. Effect of phospholipid-based formulation of *Boswellia serrata* extract on the solubility, permeability and absorption of the individual boswellic acid constituents present. J. Nat. Prod. 2012; 75 (10): 1675–1682.
57. Khayyal Mohamed T., Tawab Mona, Behnam Dariush, El-Sabbagh Walaa A., El-Hazek Rania M. A new solubilized formulation of Куркуминсумин, *Boswellia* and Xanthohumol extract markedly enhances anti-inflammatory activity. Poster presentation, San Francisco, 2017.
58. Khayyal M.T., El-Hazek R.M., El-Sabbagh W.A., Frank J., Behnam D., Abdel-Tawab M. Micellar solubilisation enhances the anti-inflammatory activities of curcumin and boswellic acids in rats with adjuvant-induced arthritis. Nutrition. 2018; 54: 189–196. ISSN 0899–9007. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.03.055>
59. Cuomo J., Appendino G., Dern A.S., Schneider E., McKinnon T.P., Brown M.J. et al. Comparative absorption of a standardized curcuminoid mixture and its lecithin formulation. J. Nat. Prod. 2011; 74 (4): 664–669.
60. Marczylo T.H., Verschoyle R.D., Cooke D.N., Morazzoni P., Steward W.P., Gescher A.J. Comparison of systemic availability of curcumin with that of curcumin formulated with phosphatidylcholine. Cancer Chemother Pharmacol. 2007; 60 (2): 171–177.
61. Sharma A., Gupta N.K., Dixit V.K. Complexation with phosphatidyl choline as a strategy for absorption enhancement of boswellic acid. Drug Deliv. 2010; 17 (8): 587–595.
62. Hüscher J., Bohnet J., Fricker G., Skarke C., Artaria C., Appendino G., Schubert-Zsilavecz M., Abdel-Tawab M. Enhanced absorption of boswellic acids by a lecithin delivery form (Phytosome®) of *Boswellia serrata* extract. Fitoterapia. 2013; 84: 89–98. <http://doi.org/10.1016/j.fitote.2012.10.002>
63. Beta-sitosterol exhibits anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells / Loizou S., Lekakis I., Chrousos G.P., Moutsatsou P. Mol. Nutr. Food Res. 2010; 54: 551–558.
64. Evaluation of the total peroxyl radical-scavenging capacity of flavonoids: structure-activity relationships / Dugas A. J., Castaneda A. J., Bonin G. C. et al. J. Nat. Prod. 2000; 63: 327–331.

Статья поступила / Received 28.03.24

Получена после рецензирования / Revised 04.04.24

Принята в печать / Accepted 05.04.24

Сведения об авторах

Орлова Светлана Владимировна, д.м.н., проф., зав. кафедрой диетологии и клинической нутрициологии, главный научный сотрудник^{1,2}. E-mail: orlova-sv@rudn.ru. ORCID: 0000-0002-4689-3591

Прокopenko Елена Валерьевна, врач-эндокринолог, диетолог, ведущий менеджер проектов медицинского департамента⁵. E-mail: elvprokopenko@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3811-9459

Батышева Татьяна Тимофеевна, д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ, директор², глав. внештатный детский специалист невролог ДЗМ, гл. внештатный детский специалист по медицинской реабилитации Минздрава России, зав. кафедрой неврологии, физической, реабилитационной медицины и психологии детского возраста¹. ORCID: 0000-0003-0928-2131

Никитина Елена Александровна, к.м.н., доцент кафедры диетологии и клинической нутрициологии, научный сотрудник^{1,2}. E-mail: nikitina-ea1@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3220-0333

Балашова Наталья Валерьевна, к.б.н., доцент кафедры диетологии и клинической нутрициологии¹, доцент кафедры клинической лабораторной диагностики факультета усовершенствования врачей³. E-mail: BalashovaN77@mail.ru. SPIN: 2355-6837. Author ID: 832745. ORCID: 0000-0002-0548-3414

Алексеева Марина Валерьевна, к.м.н., зам. директора по организационно-методической работе². ORCID: 0000-0001-8448-8493

Водолазкая Ангелина Николаевна, врач-диетолог⁴. E-mail: drvodolazkaya@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5203-1082

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патрисы Лумумбы», Москва, Россия

² ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия

³ ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М. Ф. Владимирского», Москва, Россия

⁴ Австрийская клиника микронутриентной терапии Biogena, Москва, Россия

⁵ ООО «ИНВИТРО», Москва, Россия

Автор для переписки: Орлова Светлана Владимировна. E-mail: rudn_nutr@mail.ru

Для цитирования: Орлова С. В., Прокopenko Е. В., Никитина Е. А., Батышева Т. Т., Балашова Н. В., Алексеева М. В., Водолазкая А. Н. Роль растительных экстрактов в комплексной терапии заболеваний опорно-двигательного аппарата. Медицинский алфавит. 2024; (13): 27–33. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-13-27-33>

About authors

Orlova Svetlana V., DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Dietetics and Clinical Nutritology, Chief Researcher^{1,2}. E-mail: rudn_nutr@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4689-3591

Prokopenko Elena V., endocrinologist, dietitian, Project Manager of Medical Department². E-mail: elvprokopenko@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3811-9459

Batyshyeva Tatyana T., DM Sci (habil.), professor, director², head, freelance pediatric specialist neurologist of the Dept of Healthcare, chief freelance children's specialist in medical rehabilitation of the Ministry of Health of the Russian Federation, head of Dept of Neurology, Physical, Rehabilitation Medicine and Childhood Psychology¹, Honored Doctor of the Russian Federation. ORCID: 0000-0003-0928-2131

Nikitina Elena A., PhD Med, assistant professor of Dept of Dietetics and Clinical Nutritology, Researcher^{1,2}. E-mail: nikitina-ea1@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3220-0333

Balashova Natalya V., PhD Bio Sci, assistant professor at Dept of Clinical Laboratory Diagnostics of the Faculty of Advanced Training of Doctors³, assistant professor at Dept of Dietetics and Clinical Nutritology¹. E-mail: BalashovaN77@mail.ru. SPIN: 2355-6837. Author ID: 832745. ORCID: 0000-0002-0548-3414

Alekseeva Marina V., PhD Med, Deputy Director for Organizational and Methodological Work². ORCID: 0000-0001-8448-8493

Vodolazkaya Angelina N., dietitian⁴. E-mail: drvodolazkaya@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5203-1082

¹ Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russia

² Scientific and Practical Center for Pediatric Psychoneurology of the Moscow Department of Health, Russia

³ Moscow Regional Research Clinical Institute named after M. F. Vladimirov, Moscow, Russia

⁴ Austrian Clinic of Micronutrient Therapy Biogena, Moscow, Russia

⁵ «INVITRO» Limited Liability Company, Moscow, Russia

Corresponding author: Orlova Svetlana V. E-mail: rudn_nutr@mail.ru

For citation: Orlova S. V., Prokopenko E. V., Nikitina E. A., Batysheva T. T., Balashova N. V., Alekseeva M. V., Vodolazkaya A. N. The role of plant extracts in the complex therapy of diseases of the musculoskeletal system. Medical alphabet. 2024; (13): 27–33. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-13-27-33>

