



УДК 615.322

Красильникова Наталья Владимировна

доктор философии биологических наук,
заместитель заведующего кафедрой инновационных лекарственных препаратов,
функциональных экстрактов и напитков,
Автономная некоммерческая организация Научный центр «Академия общественных и фундаментальных наук имени академика М.В. Ломоносова – Академический исследовательский институт»
pletnevtreatment@mail.ru

Плетнев Владимир Владимирович

кандидат медицинских наук, доктор философии фармацевтических наук,
заведующий кафедрой инновационных лекарственных препаратов,
функциональных экстрактов и напитков,
Автономная некоммерческая организация Научный центр «Академия общественных и фундаментальных наук имени академика М.В. Ломоносова – Академический исследовательский институт»
pletnevtreatment@mail.ru

Natalia V. Krasilnikova

Doctor of Philosophy in Biological Sciences,
Deputy Head of the Department of Innovative Medicines, Functional Extracts and Drinks,
Autonomous Non-Profit Organization Scientific Center “Academy of Social and Fundamental Sciences named after Academician M.V. Lomonosov – Academic Research Institute”
pletnevtreatment@mail.ru

Vladimir V. Pletnev

Doctor of Philosophy in Medical Sciences, Doctor of Philosophy in Pharmaceutical Sciences,
Head of the Department of Innovative Medicines, Functional Extracts and Drinks,
Autonomous Non-Profit Organization Scientific Center “Academy of Social and Fundamental Sciences named after Academician M.V. Lomonosov – Academic Research Institute”
pletnevtreatment@mail.ru

**ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ КАПЕЛЬ ПЛЕТНЕВА
№5001 ИЗ КОРНЕЙ РОДИОЛЫ РОЗОВОЙ**

**PHARMACOLOGICAL PROPERTIES AND MECHANISMS OF ACTION OF PLETNEV DROPS
No. 5001 FROM RHODIOLA ROSEA ROOTS**

Аннотация. Подводя итоги выполненного информационно-аналитического обзора и проведения экспериментального изучения функционального экстракта, можно отметить, что капли Плетнева №5001 обладают выраженным противовоспалительным, антимикробным, иммуностимулирующим и антиоксидантным действием, являются малотоксичными и хорошо переносятся субхроническом и хроническом эксперименте, не обладают мутагенностью, тератогенностью, эмбриотоксичностью, репротоксичностью и иммунотоксичностью, не проявляют местно-раздражающего и аллергизирующего действия. Капли Плетнева №5001 эффективно структурируют воду, срок годности которой увеличивается до 5 лет без внесения дополнительных консервантов. Важно подчеркнуть, что на сегодняшний день не существует других известных технологий, способных обеспечить столь длительное сохранение уникальных свойств воды, что делает нашу разработку уникальной и перспективной для различных областей применения, от обеспечения населения чистой питьевой водой до использования в различных технологических процессах, где требуется высококачественная, стабильная вода.

Ключевые слова: функциональный экстракт, капли Плетнева №5001, фармакологические свойства, родиола розовая, механизм действия

Abstract. Summarizing the results of the information and analytical review and experimental study of the functional extract, it can be noted that Pletnev drops No. 5001 have pronounced anti-inflammatory, antimicrobial, immunostimulating and antioxidant effects, are low-toxic and well tolerated in subchronic

and chronic experiments, do not have mutagenicity, teratogenicity, embryotoxicity, reprotoxicity and immunotoxicity, do not exhibit local irritant and allergenic effect. Pletnev drops No. 5001 effectively structure water, the shelf life of which increases to 5 years without additional preservatives. It is important to emphasize that today there are no other known technologies capable of ensuring such a long-term preservation of the unique properties of water, which makes our development unique and promising for various applications, from providing clean drinking water to the population to use in various technological processes where high-quality, stable water is required.

Keywords: functional extract, Pletnev drops No. 5001, pharmacological properties, *Rhodiola rosea*, mechanism of action

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) представляют собой глобальную проблему здравоохранения, поражающую миллионы людей во всем мире и являющуюся ведущей причиной смертности. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), на долю ССЗ приходится около трети всех смертей, и эта статистика неутешительна, особенно учитывая тенденцию к омоложению патологии – ССЗ диагностируются у все более молодой популяции. Основные факторы риска, способствующие развитию этих опасных заболеваний, хорошо известны и включают в себя селеновая недостаточность, инфекционные болезни, неправильное питание, гиподинамию, табакокурение и алкоголь. Однако, к этим шести столпам риска следует добавить и другие, не менее важные факторы.

Негативно влияют такие факторы, как хронический стресс, нарушения липидного обмена (повышенный уровень холестерина, триглицеридов), сахарный диабет, избыточный вес и ожирение, а также перегревание и переохлаждение организма. Все эти факторы, действуя в комплексе или по отдельности, приводят к повреждению кровеносных сосудов, формированию атеросклеротических бляшек и развитию различных сердечно-сосудистых патологий.

К наиболее распространенным ССЗ относятся ишемическая болезнь сердца (ИБС), включающая в себя стенокардию и инфаркт миокарда, гипертоническая болезнь (ГБ), цереброваскулярные заболевания, заболевания периферических артерий. ИБС характеризуется сужением коронарных артерий, обеспечивающих кровоснабжение сердца, что приводит к кислородному голоданию миокарда. ГБ же опасна своими осложнениями, повреждающими сердце, почки, головной мозг и другие органы. Инсульты, вызванные нарушением кровоснабжения головного мозга, могут привести к серьезным неврологическим последствиям, вплоть до инвалидности. Острый коронарный синдром (ОКС), включающий инфаркт миокарда и нестабильную стенокардию, является одним из наиболее опасных состояний, требующим немедленной медицинской помощи.

Мужчины действительно чаще подвержены инфаркту миокарда, чем женщины, хотя последние чаще страдают от осложнений ГБ. Это связано как с биологическими факторами (гормональные различия), так и с социальными (например, курение распространено среди мужчин). Экономическое бремя ССЗ огромно. В России оно составляет 3,2% ВВП, включая прямые затраты на лечение и реабилитацию, потерю производительности труда из-за временной или стойкой нетрудоспособности, а также косвенные затраты, связанные с потерей жизни и снижением качества жизни. Для эффективной борьбы с ССЗ необходимы профилактические меры, направленные на изменение образа жизни, ранняя диагностика и своевременное лечение. Это включает в себя профилактику селеновой недостаточности, коррекцию иммунной системы, здоровое питание, регулярные физические нагрузки, отказ от курения и потребления алкоголя, перегревания и переохлаждения организма, контроль артериального давления, уровня холестерина и сахара в крови, а также снижение уровня стресса. Только комплексный подход позволит эффективно бороться с этой глобальной проблемой и снизить смертность от ССЗ.

Воспаление – это сложная, многогранная реакция организма, призванная защитить его от повреждений и инфекций. Это фундаментальный биологический процесс, лежащий в основе многих физиологических функций, таких как заживление ран и элиминация патогенов. В основе воспаления лежит каскад событий, начинающийся с распознавания поврежденных клеток или чужеродных агентов (бактерий, вирусов, паразитов, токсинов) специализированными клетками иммунной системы, такими как макрофаги, дендритные клетки и нейтрофилы. Эти клетки, в свою очередь, высвобождают медиаторы воспаления – биоактивные молекулы, которые запускают местную и системную воспалительную реакцию. К этим медиаторам относятся цитокины (например, TNF- α , IL-1 β , IL-6), хемокины (привлекающие лейкоциты к месту повреждения), простагландины (вызывающие боль, отек и повышение температуры), а также активные формы кислорода (вызывающие повреждение клеток) и оксид азота (играющий как про-, так и противовоспалительную роль в зависимости от контекста).

Эти молекулы запускают цепную реакцию, включающую расширение сосудов (гиперемия), увеличение проницаемости сосудистой стенки (отек), миграцию лейкоцитов в пораженную ткань (инфильтрация) и активацию различных сигнальных путей внутри клеток, таких как NF-κB и MAPK.

Однако, как любой мощный механизм, воспаление может выйти из-под контроля. Хроническое, неконтролируемое воспаление – это не просто защитная реакция, а самостоятельный патологический процесс, лежащий в основе множества заболеваний, таких как атеросклероз, ревматоидный артрит, болезнь Крона, рассеянный склероз, болезнь Альцгеймера и многие виды рака. В этих случаях, вместо устранения причины повреждения, воспалительный процесс сам становится причиной дальнейшего повреждения тканей и дисфункции органов. Например, хроническое воспаление в артериях способствует развитию атеросклеротических бляшек, что может привести к инфаркту миокарда или инсульту. При ревматоидном артрите, воспаление разрушает суставной хрящ, приводя к деформации суставов и инвалидности.

Иммунная система – это невероятно сложная и многоуровневая сеть, включающая в себя не только гены, молекулы и клетки, но и целые органы, работающие слаженно для защиты организма от внешних и внутренних угроз. Иммунитет обеспечивает гармоничный и эффективный ответ на патогены, от вирусов гриппа до паразитических червей. Центральная роль адаптивной и врожденной иммунной системе, тесно взаимодействующим друг с другом. Врожденный иммунитет – это первая линия обороны, быстро реагирующая на угрозу с помощью неспецифических механизмов, таких как фагоцитоз (поглощение и уничтожение патогенов) и воспаление. Адаптивный иммунитет, развивающийся в течение жизни, более специализирован: он «запоминает» встреченных антигенов и реагирует на них быстрее и эффективнее при повторном контакте благодаря формированию иммунологической памяти. Ключевую роль здесь играют В-лимфоциты, продуцирующие антитела, и Т-лимфоциты, уничтожающие инфицированные клетки.

Однако эта сложная система, столь необходимая для поддержания гомеостаза и защиты от болезней, может давать сбои. Адекватный иммунный ответ – это тонкая грань между защитой и разрушением. Чрезмерная, неконтролируемая реакция иммунной системы может привести к аутоиммунным заболеваниям, когда иммунитет начинает атаковать собственные клетки организма, принимая их за врагов. Примеры таких заболеваний многочисленны: от ревматоидного артрита, при котором иммунная система разрушает суставы, до рассеянного склероза, поражающего миелиновую оболочку нервных волокон. В основе многих аутоиммунных заболеваний лежит генетическая предрасположенность, однако внешние факторы, такие как инфекции или воздействие токсинов, также играют существенную роль в их развитии. Механизмы запуска аутоиммунных процессов до конца не изучены, но считается, что нарушение толерантности иммунной системы – ключевое звено в этом процессе. Толерантность – это способность иммунной системы отличать «свое» от «чужого» и не атаковать собственные ткани.

Следует сказать, что иммунная система – это самый сложный механизм, способный как защищать, так и разрушать.

Родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.) относится к семейству толстянковых (*Crassulaceae*). Современные фармацевтические исследования выявили из корней и корневищ родиолы более 140 соединений, выделенных из родиолы [1, 2]. Было установлено, что в клинической практике и экспериментальных исследованиях препараты из родиолы розовой, экстракты и активные соединения выполняют множество биологических функций, включая иммунную регуляцию, антиоксидантную защиту и устранение воспаления. Было подтверждено, что воспаление играет ключевую роль в развитии и прогрессировании атеросклероза, от повреждения сосудов до тромбоза и многочисленных осложнений. Так как воспалительная реакция играет важную роль в патологических процессах при различных заболеваниях, то противовоспалительная терапия стала жизненно важным методом лечения различных заболеваний, таких как сепсис, эндотоксикоз, сердечно-сосудистые и онкологические заболевания.

По данным литературы, экстракт из золотого корня продемонстрировал ряд положительных эффектов на сердечно-сосудистую систему [3], таких как снижение окислительного стресса и воспаления в сердце [4]. При исследовании влияния экстракта из розового корня в дозах 20 и 40 мг/кг в течение 14 дней на ишемию миокарда у самцов крыс Sprague-Dawley было показано, что препарат снижал подъем сегмента ST и уровни биомаркеров, связанных с повреждением миокарда, воспалением и окислительным стрессом, повышал антиоксидантную активность и подавлял экспрессию белков, связанных с окислительным стрессом и воспалением [5]. При изучении кардиопротекторного эффек-

та экстракта из родиолы розовой на модели инфаркта миокарда у мышей было установлено, что препарат в дозе 200 мг/кг в сутки при внутривенном введении в течение 21 дня снижал смертность, улучшал сердечную функцию, ослаблял ремоделирование миокарда и способствовал ангиогенезу, уменьшая воспаление и апоптоз [6].

При оценке влияния экстракта из золотого корня на артериальное давление было показано, что он способствует расслаблению кровеносных сосудов и улучшению кровотока, тем самым поддерживая нормальный уровень артериального давления [4]. В опытах *in vivo* было выявлено, что препарат уменьшает образование атеросклеротических бляшек и подавляет легочную гипертензию, снижает артериальное давление и ослабляет сократительную активность сосудов головного мозга у крыс с сахарным диабетом [7]. Экстракт защищает сердечно-сосудистую систему и улучшает сердечную деятельность у крыс с хронической сердечной недостаточностью [8]. Также было показано, что препарат из родиолы розовой ингибирует функцию тромбоцитов и тромбоз посредством сигнального пути АКТ/GSK3 β [7]. Экстракт снижает легочную гипертензию у крыс, страдающих хронической гипоксией, и ингибирует образование атеросклероза у кроликов [9]. В целом, экстракт из родиолы розовой продемонстрировал многообещающие защитные эффекты для сердечно-сосудистой системы, включая его способность подавлять функцию тромбоцитов и тромбоз, улучшать сердечную деятельность и защищать от ишемии-реперфузионного повреждения миокарда [10].

В результате проведенных исследований *in vivo* и *in vitro* было показано, что основные механизмы действия экстракта из золотого корня при лечении сердечно-сосудистых заболеваний многогранны и включают:

- ингибирование апоптоза миокарда, фосфорилирования I κ B α , NF- κ B p65 [11]. Ядерный фактор- κ B (NF- κ B), классический фактор ранней транскрипции, играет важную роль в воспалительных реакциях. В состоянии покоя димер NF- κ B (обычно p65/p50) расположен в цитоплазме и связан с белком-ингибитором I κ B. В условиях стресса I κ B разрушается, и димер NF- κ B перемещается в ядро, регулируя экспрессию генов, включая провоспалительные цитокины, хемокины и другие медиаторы воспаления [12, 13, 14];

- снижение экспрессии белка AP-1 в сердце через сигнальный путь MAPK [15]. Активаторный белок 1 (AP-1) является ключевым фактором транскрипции, регулирующим несколько клеточных процессов, включая дифференцировку, гибель клеток, пролиферация и воспалительные реакции и т.д. AP-1 может быть активирован различными факторами, включая хемокины, цитокины и гормоны, в основном связанные с митоген-активируемыми протеинкиназами (MAPK). Сигнальный путь MAPK участвует в воспалительных реакциях через JNK, ERK1/2 и p38 MAPK [16, 17];

- влияние на сигнальные пути NF- κ B, MAPK, PI3K/Akt и др. Например, сигнальный путь фосфоинозитид-3-киназы PI3K/Akt, включающий семейство ферментов для передачи сигнала, контролирует множество клеточных процессов, включая выживание и пролиферацию клеток, а также играет важную роль в провоспалительных реакциях [18, 19].

Согласно литературным данным, экстракт из родиолы розовой проявляет впечатляющую эффективность при купировании воспалительных процессов, благодаря комплексному воздействию на организм. Механизмы его действия многогранны и включают:

- 1) регуляцию активности иммунных клеток: родиола розовая модулирует активность Т-лимфоцитов (включая баланс Th1/Th2), В-лимфоцитов и макрофагов, снижая их чрезмерную активацию и продукцию провоспалительных цитокинов. Это особенно важно при аутоиммунных заболеваниях, где иммунная система атакует собственные ткани организма;

- 2) ингибирование сигнальных путей воспаления: золотой корень подавляет активацию ключевых сигнальных молекул, таких как NF- κ B, которые играют центральную роль в регуляции экспрессии генов, кодирующих провоспалительные цитокины;

- 3) антиоксидантное действие: розовый корень обладает выраженными антиоксидантными свойствами, которые помогают нейтрализовать активные формы кислорода, предотвращая их повреждающее действие на клетки;

- 4) модуляция продукции медиаторов воспаления: родиола розовая снижает продукцию провоспалительных цитокинов, таких как TNF- α , IL-1 β и IL-6, и увеличивать продукцию противовоспалительных цитокинов, например, IL-10;

- 5) модуляция выработки кортизола – гормона, обладающего противовоспалительным действием, предотвращая как его дефицит, так и его избыток. Это тонкое регулирование гормонального баланса является одним из ключей к ее эффективности.

Становится очевидным, что экстракт из родиолы розовой является перспективным средством для борьбы с различными сердечно-сосудистыми и воспалительными заболеваниями.

Для улучшения функций иммунной системы предлагаются капли Плетнева №5001 (КП №5001) из корней родиолы розовой.

Проведенные исследования показали, что КП №5001 в дозах 75 и 150 мкг/кг при подкожном введении мышам стимулируют гуморальный иммунитет, повышая накопление АОК в селезенке 14000 ± 1238 и 13050 ± 1150 соответственно при (6000 ± 1672) в контроле и на 1 млн. спленоцитов $102,90 \pm 8,9$ и $94,23 \pm 8,2$ при ($50 \pm 13,5$) в контроле ($p < 0,05$).

КП №5001 в дозах 75 и 150 мкг/кг при подкожном введении мышам стимулируют клеточный иммунитет, который наблюдался по усилению развития у животных реакции ГЗТ, индекс которой составляет 1,71 и 1,91 соответственно, в контроле – 1,50 ($p < 0,05$). КП №5001 в испытанных дозах при подкожном введении мышам не оказывают местно-раздражающего действия, что свидетельствует о его безопасности при местном применении.

Капли Плетнева №5001 в дозе 1,5 мкг/кг проявляют антимикробную активность, предотвращают развитие смертельной стафилококковой инфекции у животных и повышают выживаемость мышей до 83,3% при 83,3% гибели в контроле.

Капли Плетнева №5001 в дозах 75 и 150 мкг/кг подавляют зимозаниндуцированную хемилюминесценцию лейкоцитов периферической крови мышей в 1,81 и 2,25 раза соответственно по сравнению с контролем. Капли Плетнева №5001 в испытанных дозах при подкожном введении мышам не оказывают местно-раздражающего действия, что свидетельствует о их безопасности при местном применении.

В результате исследований *in vitro* и *in vivo* установлено, что основной механизм действия функционального экстракта «Капли Плетнева №5001» при улучшении функций иммунной системы у мышей обусловлен усилением клеточного и гуморального иммунитета, снижение пероксидного окисления липидов и повреждения клеточных мембран.

Доклиническое токсикологическое изучение показало, что функциональный экстракт «Капли Плетнева №5001» является малотоксичным. Показатели ЛД₅₀ капель Плетнева №5001 составляют 273,8-291,4 мг/кг. Предполагаемая терапевтическая доза капель Плетнева №5001 для человека с массой тела около 70 кг составляет 20,4 г. Учитывая, что суточная доза функционального экстракта составляет приблизительно 150 мкг в день, можно говорить о значительном запасе безопасности при применении препарата.

Капли Плетнева №5001 при длительном назначении не влияют на общее состояние и поведение животных, гематологические и биохимические показатели ($p < 0,05$). Функциональный экстракт хорошо переносится в субхроническом и хроническом эксперименте, не обладает мутагенностью, тератогенностью, эмбриотоксичностью, репротоксичностью и иммунотоксичностью, не проявляет местно-раздражающего и алергизирующего действия ($p < 0,05$).

Традиционные методы активирования воды, используемые для улучшения ее качества и свойств, включают в себя несколько подходов, каждый из которых имеет свои особенности и недостатки. Механические методы, такие как фильтрация через различные типы фильтров и мембран, являются наиболее распространенными. Они позволяют удалять крупные примеси и загрязняющие вещества, однако для достижения желаемого результата требуется регулярная замена фильтров, что влечет за собой дополнительные затраты и образование отходов.

Среди электромагнитных методов, воздействие магнитными полями на воду также имеет свою популярность. Сторонники этого подхода утверждают, что магнитные поля могут изменять структуру воды, улучшая ее свойства. Однако научные исследования не всегда подтверждают эти утверждения, и эффективность таких методов остается под вопросом. Кроме того, использование электромагнитных устройств может потребовать значительных энергетических затрат, что не всегда оправдано.

Биологические методы, включающие использование микроорганизмов для очистки и структурирования воды, также имеют свои плюсы и минусы. Хотя микроорганизмы могут эффективно разлагать органические загрязнители, их применение требует тщательного контроля условий, чтобы избежать нежелательных последствий, таких как размножение патогенных бактерий. Это делает такие методы не всегда надежными и требует дополнительных ресурсов для мониторинга.

Криогенные методы, основанные на замораживании и оттаивании воды, также имеют свои недостатки. Хотя этот процесс может привести к улучшению качества воды, он требует значительных затрат энергии и специализированного оборудования. Кроме того, повторные циклы замораживания и оттаивания могут негативно сказаться на структуре воды и ее свойствах.

Все эти традиционные методы имеют общий недостаток – они могут негативно влиять на окружающую среду. Повышенное энергопотребление и образование отходов от фильтров и других устройств могут усугублять экологическую ситуацию. В условиях глобальных изменений климата и экологических кризисов, необходимость поиска более эффективных и экологически чистых методов структурирования воды становится особенно актуальной.

Современные исследования все чаще обращаются к альтернативным подходам, таким как использование природных минералов или нанотехнологий, которые могут предложить более устойчивые решения. Таким образом, несмотря на существующие традиционные методы, важно развивать и внедрять инновационные технологии, которые не только улучшат качество воды, но и будут способствовать сохранению окружающей среды.

Для структурирования воды рекомендуются капли Плетнева №5001 из корней родиолы розовой с целью улучшения здоровья населения России.

Исследование показало, что вода, активированная экстрактом «Капли Плетнева №5001», соответствует всем необходимым стандартам качества. Это подтверждается результатами многочисленных анализов:

- органолептический анализ. Проверка качества воды по органам чувств (цвет, запах, вкус) показала соответствие норме;
- анализ солевого и газового состава. Содержание солей и растворенных газов в воде находится в допустимых пределах;
- анализ токсичности. Комплексные исследования не выявили токсичных веществ в воде;
- количественный химический анализ. Химический состав воды соответствует установленным стандартам, количество различных веществ находится в норме;
- микробиологическое исследование. В воде отсутствуют вредные микроорганизмы в количествах, превышающих допустимые нормы;
- радиологическое испытание. Уровень радиоактивности воды не превышает допустимых значений;
- паразитологическое исследование. В воде не обнаружены паразиты.

В целом, все проведенные исследования подтверждают безопасность и высокое качество воды, структурированной экстрактом «Капли Плетнева №5001».

Масштабное исследование, посвященное изучению долговременной стабильности воды, обработанной функциональным экстрактом «Капли Плетнева №5001», проводилось с целью подтвердить соответствие ее параметров строжайшим требованиям безопасности и качества, предъявляемым к питьевой воде. Исследование охватило широкий спектр аналитических методик, обеспечивающих всестороннюю оценку как физико-химических, так и биологических характеристик обработанной воды. Результаты оказались впечатляющими и подтвердили заявленные свойства капель Плетнева №5001.

Органолептическая оценка, включающая оценку цвета, запаха и вкуса, показала полное соответствие воды всем нормативным требованиям, установленным для питьевой воды высшего качества. Отсутствие каких-либо посторонних привкусов, запахов или изменений цвета свидетельствует о высоком уровне очистки и стабильности обработанной воды. Это особенно важно, так как органолептические характеристики являются одним из ключевых критериев оценки качества воды для потребителя.

Более глубокий анализ включал детальное исследование солевого и газового состава воды. Результаты показали не только соответствие нормативным значениям, но и поразительную стабильность этих параметров на протяжении длительного периода наблюдения. Были проведены многократные замеры на протяжении пяти лет, и ни одного значимого отклонения от исходных показателей зафиксировано не было. Это говорит о том, что капли Плетнева №5001 не только очищают воду, но и стабилизируют ее состав, предотвращая возможные изменения со временем. Это особенно актуально для воды, хранящейся в условиях переменной температуры и давления.

Комплексное исследование токсичности воды, обработанной экстрактом «Капли Плетнева 5001», проводилось с использованием передовых методик, позволяющих обнаруживать даже минимальные концентрации вредных веществ. Результаты всех тестов однозначно показали отсутствие каких-либо токсичных соединений, подтверждая абсолютную безопасность употребления данной воды для здоровья человека. Это ключевой аспект, поскольку наличие токсичных веществ, даже в следовых количествах, может иметь негативные последствия для здоровья. Для проведения тестов использовались как стандартные методики, так и инновационные подходы, обеспечивающие максимальную достоверность результатов.

Количественный химический анализ позволил точно определить концентрации различных химических компонентов в обработанной воде. Эти данные подтвердили не только соответствие воды санитарным нормам, но и полную стабильность концентраций различных элементов в течение всего периода наблюдения. Это еще раз подчеркивает высокую эффективность экстракта «Капли Плетнева №5001» в очистке и стабилизации воды. Все полученные результаты были тщательно задокументированы и подвергнуты статистической обработке для исключения случайных отклонений.

Микробиологическое исследование показало полное отсутствие патогенных микроорганизмов в образцах воды. Это гарантирует безопасность употребления воды, исключая риск возникновения различных инфекционных заболеваний. Для проведения анализа использовались современные методы культивирования и идентификации микроорганизмов, обеспечивающие высокую точность результатов. Отсутствие роста бактерий и других микроорганизмов говорит о высоком антимикробном эффекте капель Плетнева №5001.

Радиологическое испытание, проведенное в аккредитованной лаборатории, подтвердило соответствие воды всем санитарно-гигиеническим нормам по уровню радиоактивного излучения. Это особенно важно, поскольку загрязнение воды радионуклидами может представлять серьезную опасность для здоровья. Результат радиологического анализа еще раз подтверждает безопасность и высокое качество обработанной воды.

Паразитологические анализы, завершившие комплекс исследований, не выявили наличия каких-либо паразитов в образцах воды. Это подтверждает полную безопасность воды с точки зрения паразитарной инфекции. В итоге, обобщенная оценка всех полученных данных однозначно свидетельствует о полной безопасности и стабильности качества воды, обработанной экстрактом «Капли Плетнева №5001».

Наиболее поразительным результатом исследования стала демонстрация феноменальной стабильности свойств активированной воды в течение пяти лет непрерывного хранения в стеклянных емкостях. Этот беспрецедентный результат не имеет аналогов в мировой практике и свидетельствует о фундаментально новом подходе к обработке воды, обеспечивающем ее долговременную стабильность. Уникальная упорядоченная структура воды, достигнутая благодаря разработанной технологии, оказалась исключительно устойчивой к воздействию различных внешних факторов, таких как изменения температуры, освещения и давления. Это открытие имеет огромное значение для хранения и транспортировки питьевой воды, особенно в условиях ограниченных ресурсов. Дальнейшие исследования планируются с целью выявления механизмов, лежащих в основе столь уникальной стабильности.

Экстракт «Капли Плетнева №5001» содержит уникальный комплекс биологически активных веществ, которые способствуют формированию упорядоченной структуры воды, аналогичной структуре природной воды из чистых горных источников.

Процесс обработки воды экстрактом «Капли Плетнева №5001» невероятно прост. Оптимальная концентрация экстракта, определяемая в лабораторных условиях в зависимости от конкретных параметров воды (жесткость, pH, наличие примесей), добавляется в резервуар. Взаимодействие биологически активных компонентов экстракта с молекулами воды приводит к образованию кластеров определенного размера и формы, что улучшает ее физико-химические свойства. Отсутствие необходимости в использовании сложной аппаратуры, например, ультразвуковых установок или мощных магнитных полей, значительно снижает капитальные и эксплуатационные затраты.

Стоимость одного функционального экстракта, как правило, значительно ниже, чем стоимость эксплуатации и обслуживания сложного оборудования, используемого в традиционных методах. Традиционные методы структурирования воды, такие как электромагнитная обработка или использование специальных фильтров, требуют регулярного технического обслуживания, замены фильтрующих элементов и квалифицированного персонала. В то время как использование капель Плетнева №5001 минимизирует эти затраты.

Выводы. Подводя итоги выполненного информационно-аналитического обзора и проведения экспериментального изучения функционального экстракта, можно отметить, что капли Плетнева №5001 обладают выраженным противовоспалительным, антимикробным, иммуностимулирующим и антиоксидантным действием, являются малотоксичными и хорошо переносятся субхроническом и хроническом эксперименте, не обладают мутагенностью, тератогенностью, эмбриотоксичностью, репротоксичностью и иммунотоксичностью, не проявляют местно-раздражающего и аллергизирующего действия. Капли Плетнева №5001 эффективно структурируют воду, срок годности которой увеличивается до 5 лет без внесения дополнительных консервантов.

Важно подчеркнуть, что на сегодняшний день не существует других известных технологий, способных обеспечить столь длительное сохранение уникальных свойств воды, что делает нашу разработку уникальной и перспективной для различных областей применения, от обеспечения населения чистой питьевой водой до использования в различных технологических процессах, где требуется высококачественная, стабильная вода. Дальнейшие исследования направлены на углубленное изучение механизмов, лежащих в основе наблюдаемых эффектов, а также на расширение масштабов производства и применения данной технологии.

Литература

1. Marchev, A.S. et al. *Rhodiola rosea* L.: from golden root to green cell factories Phytochem. Rev., 2016. – Vol. 15(4). – P. 515-536.
2. Panossian, A., Wikman, G., Sarris, J. Rosenroot (*Rhodiola rosea*): traditional use, chemical composition, pharmacology and clinical efficacy. Phytomedicine, 2010. – Vol. 17(7). – P. 481-493.
3. Chiang, H.M., Chen, H.C., Wu, C.S. et al. *Rhodiola* plants: Chemistry and biological activity. J. Food Drug Anal., 2015. – Vol. 23. – P. 359-369.
4. Chen, Y., Tang, M., Yuan, S. et al. *Rhodiola rosea*: A Therapeutic Candidate on Cardiovascular Diseases. Oxid. Med. Cell. Longev., 2022. – 1348795.
5. Zhu, L., Wei, T., Chang, X. et al. Effects of Salidroside on Myocardial Injury *In Vivo In Vitro* via Regulation of Nox/NF- κ B/AP1 Pathway. Inflammation, 2015. – Vol. 38. – P. 1589-1598.
6. Chen, P., Liu, J., Ruan, H. et al. Protective effects of Salidroside on cardiac function in mice with myocardial infarction. Sci. Rep., 2019. – Vol. 9. – 18127.
7. Wei, G., Xu, X., Tong, H. et al. Salidroside inhibits platelet function and thrombus formation through AKT/GSK3 β signaling pathway. Aging, 2020. – Vol. 12. – P. 8151-8166.
8. Li, X., Chen, S., Shao, W. et al. Investigating the Effects and Mechanism of *Rhodiola Rosea* Injection on Cardiac Function in Rats with Chronic Heart Failure. Comb. Chem. High Throughput Screen, 2023. – Vol. 26. – P. 2238-2246.
9. Li, L., Yang, Y., Zhang, H. et al. Salidroside Ameliorated Intermittent Hypoxia-Aggravated Endothelial Barrier Disruption and Atherosclerosis via the cAMP/PKA/RhoA Signaling Pathway. Front. Pharm., 2021. – Vol. 12. – 723922.
10. Sun, S., Tuo, Q., Li, D. et al. Antioxidant Effects of Salidroside in the Cardiovascular System. Evid. Based Complement Altern. Med., 2020. – 9568647.
11. Zhu, L. et al. The cardioprotective effect of salidroside against myocardial ischemia reperfusion injury in rats by inhibiting apoptosis and inflammation. Apoptosis, 2015. – Vol. 20(11). – P. 1433-1443.
12. S. Ghosh, S., Hayden, M.S. New regulators of NF- κ B in inflammation. Nat. Rev. Immunol., 2008. – Vol. 8(11). – P. 837-848.
13. S. Ghosh, S., Hayden, M.S. New regulators of NF- κ B in inflammation. Nat. Rev. Immunol., 2008. – Vol. 8(11). – P. 837-848.
14. Lawrence, T. The nuclear factor NF- κ B pathway in inflammation. Cold Spring Harb. Perspect. Biol., 2009. – Vol. 1(6). – Article a001651.
15. Lingpeng, Z. et al. Effects of Salidroside on myocardial injury in vivo in vitro via regulation of Nox/NF- κ B/AP1 pathway. Inflammation, 2015. – Vol. 38(4). – P. 1-10.
16. Tewari, D. et al. Targeting activator protein 1 signaling pathway by bioactive natural agents: possible therapeutic strategy for cancer prevention and intervention. J. Pharmacol. Res., 2017. – P. 128.
17. Macintyre, D.A. et al. Activator protein 1 is a key terminal mediator of inflammation-induced preterm labor in mice. FASEB, 2014. – Vol. 28(5). – P. 2358-2368.
18. Schabbauer, G. et al. PI3K-Akt pathway suppresses coagulation and inflammation in endotoxemic mice. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Biology, 2004. – Vol. 24(10). – P. 164-170.
19. Guha, M., Mackman, N. The PI3K-Akt pathway limits LPS activation of signaling pathways and expression of inflammatory mediators in human monocytic cells. J. Biol. Chem., 2002. – Vol. 277. – P. 286-294.

Literature

1. Marchev, A.S. et al. *Rhodiola rosea* L.: from golden root to green cell factories Phytochem. Rev., 2016. – Vol. 15(4). – P. 515-536.
2. Panossian, A., Wikman, G., Sarris, J. Rosenroot (*Rhodiola rosea*): traditional use, chemical composition, pharmacology and clinical efficacy. Phytomedicine, 2010. – Vol. 17(7). – P. 481-493.
3. Chiang, H.M., Chen, H.C., Wu, C.S. et al. *Rhodiola* plants: Chemistry and biological activity. J. Food Drug Anal., 2015. – Vol. 23. – P. 359-369.
4. Chen, Y., Tang, M., Yuan, S. et al. *Rhodiola rosea*: A Therapeutic Candidate on Cardiovascular Diseases. Oxid. Med. Cell. Longev., 2022. – 1348795.
5. Zhu, L., Wei, T., Chang, X. et al. Effects of Salidroside on Myocardial Injury *In Vivo In Vitro* via Regulation of Nox/NF- κ B/AP1 Pathway. Inflammation, 2015. – Vol. 38. – P. 1589-1598.
6. Chen, P., Liu, J., Ruan, H. et al. Protective effects of Salidroside on cardiac function in mice with myocardial infarction. Sci. Rep., 2019. – Vol. 9. – 18127.
7. Wei, G., Xu, X., Tong, H. et al. Salidroside inhibits platelet function and thrombus formation through AKT/GSK3 β signaling pathway. Aging, 2020. – Vol. 12. – P. 8151-8166.
8. Li, X., Chen, S., Shao, W. et al. Investigating the Effects and Mechanism of *Rhodiola Rosea* Injection on Cardiac Function in Rats with Chronic Heart Failure. Comb. Chem. High Throughput Screen, 2023. – Vol. 26. – P. 2238-2246.
9. Li, L., Yang, Y., Zhang, H. et al. Salidroside Ameliorated Intermittent Hypoxia-Aggravated Endothelial Barrier Disruption and Atherosclerosis via the cAMP/PKA/RhoA Signaling Pathway. Front. Pharm., 2021. – Vol. 12. – 723922.
10. Sun, S., Tuo, Q., Li, D. et al. Antioxidant Effects of Salidroside in the Cardiovascular System. Evid. Based Complement Altern. Med., 2020. – 9568647.
11. Zhu, L. et al. The cardioprotective effect of salidroside against myocardial ischemia reperfusion injury in rats by inhibiting apoptosis and inflammation. Apoptosis, 2015. – Vol. 20(11). – P. 1433-1443.
12. S. Ghosh, S., Hayden, M.S. New regulators of NF- κ B in inflammation. Nat. Rev. Immunol., 2008. – Vol. 8(11). – P. 837-848.
13. S. Ghosh, S., Hayden, M.S. New regulators of NF- κ B in inflammation. Nat. Rev. Immunol., 2008. – Vol. 8(11). – P. 837-848.
14. Lawrence, T. The nuclear factor NF- κ B pathway in inflammation. Cold Spring Harb. Perspect. Biol., 2009. – Vol. 1(6). – Article a001651.
15. Lingpeng, Z. et al. Effects of Salidroside on myocardial injury in vivo in vitro via regulation of Nox/NF- κ B/AP1 pathway. Inflammation, 2015. – Vol. 38(4). – P. 1-10.
16. Tewari, D. et al. Targeting activator protein 1 signaling pathway by bioactive natural agents: possible therapeutic strategy for cancer prevention and intervention. J. Pharmacol. Res., 2017. – P. 128.
17. Macintyre, D.A. et al. Activator protein 1 is a key terminal mediator of inflammation-induced preterm labor in mice. FASEB, 2014. – Vol. 28(5). – P. 2358-2368.
18. Schabbauer, G. et al. PI3K-Akt pathway suppresses coagulation and inflammation in endotoxemic mice. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Biology, 2004. – Vol. 24(10). – P. 164-170.
19. Guha, M., Mackman, N. The PI3K-Akt pathway limits LPS activation of signaling pathways and expression of inflammatory mediators in human monocytic cells. J. Biolog. Chem., 2002. – Vol. 277. – P. 286-294.