

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МАСЛА РОЗМАРИНА НА ЕГО АНТИОКСИДАНТНЫЕ И АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА

Абдуллаева Лайло Назрулла кызы.

Магистратура M25-07 OOT ymmt

Ташкентский химико-технологический институт

abdullayevalaylo0403@gmail.com

Акрамова Рано Рамизитдиновна

Профессор, доктор философии

Ташкентский химико-технологический институт

Аннотация. Целью данного исследования было изучение влияния химического состава эфирного масла розмарина (**Rosmarinus officinalis**) на его антиоксидантные и антимикробные свойства. Масло розмарина содержит множество биологически активных компонентов, включая 1,8-цинеол, камфору, α -пинен, вербенон и другие терпеновые соединения, которые определяют его фармакологическую активность. В данном исследовании химический состав масла был проанализирован с помощью газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС), а его антиоксидантная активность оценена с помощью анализов DPPH и FRAP. Антимикробная активность масла была изучена с помощью диффузии в агар и определения минимальной ингибирующей концентрации (МИК) в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также дрожжей. Результаты показали, что концентрация основных терпенов напрямую коррелирует с антиоксидантным потенциалом масла, а присутствие 1,8-цинеола и камфоры обеспечивает выраженную антимикробную активность. Полученные данные подтверждают потенциал масла розмарина как природного источника биологически активных веществ для фармацевтических, косметических и пищевых продуктов.

Ключевые слова: масло розмарина, химический состав, антиоксидантная активность, антимикробное действие, эфирные масла, 1,8-цинеол.

THE INFLUENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ROSEMARY OIL ON ITS ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES

Abdullayeva Laylo Nazrulla qizi.

Master's degree M25-07 OOT ymmt

Tashkent Institute of Chemical Technology

abdullayevalaylo0403@gmail.com

Akramova Rano Ramizitdinovna

Professor, PhD

Tashkent Institute of Chemical Technology

Annotation. The aim of this study was to investigate the influence of the chemical composition of rosemary (*Rosmarinus officinalis**) essential oil on its antioxidant and antimicrobial properties. Rosemary oil contains a variety of biologically active components, including 1,8-cineole, camphor, α -pinene, verbenone, and other terpene compounds, which determine its pharmacological activity. This study analyzed the chemical composition of the oil using gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS), and assessed its antioxidant activity using DPPH and FRAP assays. The antimicrobial activity of the oil was studied using agar diffusion and minimum inhibitory concentration (MIC) determination against gram-positive and gram-negative bacteria, as well as yeasts. The results showed that the concentration of the main terpenes directly correlates with the antioxidant potential of the oil, and the presence of 1,8-cineole and camphor provides pronounced antimicrobial activity. The data obtained confirm the potential of rosemary oil as a natural source of bioactive substances for pharmaceutical, cosmetic and food products.

Key words: rosemary oil, chemical composition, antioxidant activity, antimicrobial action, essential oils, 1,8-cineole.

Введение. Растительные масла, полученные из лекарственного сырья, на протяжении столетий занимают важное место в традиционной и современной фитотерапии благодаря наличию широкого спектра биологически активных соединений. Особый интерес исследователей вызывают мацераты - масляные извлечения, получаемые путём длительного настаивания растительного сырья в липофильных растворителях. В отличие от эфирных масел, образующихся посредством перегонки с водяным паром, мацераты содержат более широкий и разнообразный набор соединений различной полярности, способных переходить в масляную фазу при мягких условиях экстракции. Тем самым они отражают химический профиль растения более комплексно и могут демонстрировать отличные или даже более выраженные фармакологические свойства.

Одним из наиболее востребованных растений, используемых для получения биологически активных масляных экстрактов, является розмарин (*Rosmarinus officinalis* L.), входящий в семейство Lamiaceae. Розмарин традиционно применяется в медицине, пищевой промышленности и косметологии благодаря выраженной антиоксидантной, противовоспалительной и антимикробной активности. Эти эффекты связаны с

высоким содержанием терпенов (1,8-цинеол, камфора, борнеол, α -пинен), фенольных соединений (розмариновая кислота, карнозол, карнозоловая кислота), флавоноидов и других биологически активных метаболитов. Композиция этих веществ формирует уникальный химический профиль розмарина и определяет его фармакологические свойства.

Большинство работ в научной литературе посвящено изучению эфирного масла розмарина, однако значительно меньше данных существует о мацератах, полученных на основе растительных масел, таких как подсолнечное. Между тем, технология мацерации обладает рядом значимых преимуществ: мягкий температурный режим предотвращает термическую деградацию терпенов и фенольных соединений; липофильная среда обеспечивает хорошую экстракцию жирорастворимых веществ; а также повышается стабильность активных компонентов при хранении. Подсолнечное масло, богатое токоферолами и ненасыщенными жирными кислотами, само по себе обладает антиоксидантной активностью, способной потенцировать действие компонентов розмарина и служить не только растворителем, но и функциональной матрицей.

Однако химический состав мацератов может существенно отличаться от эфирных масел из-за различий в растворимости соединений, кинетике экстракции, процессах окисления и возможных взаимодействиях между липидной матрицей и активными веществами. Такие различия способны значительно влиять на проявление антиоксидантных и антимикробных свойств. В этой связи исследование химического состава мацерата розмарина, полученного методом мацерации на подсолнечном масле, приобретает актуальность как с научной, так и с практической точки зрения.

Актуальность работы также обусловлена растущим интересом к натуральным и безопасным антиоксидантам и консервантам в пищевой и косметической промышленности. Из-за ограничений на использование синтетических антиоксидантов (ВНТ, ВНА) особое внимание уделяется природным источникам биологически активных веществ. Розмарин - один из перспективных кандидатов: его экстракты активно изучаются как природные

ингибиторы окисления липидов, а также как компоненты, подавляющие рост патогенных микроорганизмов. Таким образом, данная работа направлена на комплексное изучение взаимосвязи между химическим составом мацерата розмарина, полученного технологией мацерации в подсолнечном масле, и его антиоксидантными и антимикробными свойствами. Полученные результаты могут быть использованы при разработке новых фитопрепаратов, натуральных консервантов и функциональных ингредиентов для косметической и пищевой промышленности, а также для оптимизации технологий получения растительных масляных экстрактов.

Цель и задачи исследования. Комплексно исследовать химический состав мацерата розмарина, полученного методом мацерации в подсолнечном масле, и выявить закономерности, определяющие его антиоксидантную и антимикробную активность, с целью установления научно обоснованных связей между структурно-химическими характеристиками экстракта и его функциональными биологическими свойствами.

Провести теоретико-аналитический обзор научных источников, охватывающий современные представления о химической природе биологически активных соединений *Rosmarinus officinalis* L., особенностях их экстракции в липофильные среды, механизмах антиоксидантного и антимикробного действия, а также тенденциях применения мацератов в фармацевтической, пищевой и косметической промышленности.

Сформулировать научно обоснованные выводы о взаимосвязи «химический состав - биологическая активность», а также определить перспективность использования мацерата розмарина как натурального антиоксидантного и антимикробного агента для пищевых, фармацевтических и косметических технологий.

Методы исследования. Для достижения поставленных целей и решения исследовательских задач был использован комплекс взаимодополняющих методологических подходов, включающий аналитические, физико-химические, микробиологические и статистические методы. Представленный методический комплекс позволил не только

идентифицировать структуру и концентрацию биологически активных соединений, но и подвергнуть их функциональную активность количественной и качественной оценке.

Мацерат розмарина был получен посредством прямой мацерации тщательно подготовленного растительного сырья в подсолнечном масле. Контролируемыми параметрами экстракционного процесса являлись:

- продолжительность мацерации;
- температурный режим;
- степень дисперсности растительного материала;
- соотношение растительного сырья и масляной матрицы.

Регулирование данных факторов обеспечивало оптимизацию перехода биологически активных метаболитов в липофильную среду. По окончании процесса извлечения все образцы подвергали фильтрации для удаления твёрдых частиц и получения однородного экстракта. Подсолнечное масло, используемое в качестве растворителя, подвергали отдельному качественному анализу, включающему определение кислотного и перекисного числа. Это позволило оценить стабильность масляной основы и её возможное влияние на сохранность биологически активных компонентов розмарина.

В результате проведённого исследования была выполнена комплексная оценка химического состава мацерата розмарина, полученного методом мацерации в подсолнечном масле, а также изучены его антиоксидантные и антимикробные свойства. Применение совокупности хроматографических, спектрофотометрических, микробиологических и статистических методов позволило всесторонне охарактеризовать полученный экстракт и установить связи между структурно-химическими особенностями и биологической активностью.

Заключение. Мацерация обеспечивает переход в масляную фазу широкого спектра биологически активных соединений розмарина, включая моно- и сесквитерпены, терпеновые спирты, фенольные соединения и флавоноиды. Несмотря на то что мацерат отличается от эфирного масла по концентрации летучих компонентов, он обладает уникальным химическим

профилем, обусловленным мягкими условиями экстракции и присутствием жирорастворимых соединений, которые не извлекаются при паровой дистилляции. Дополнительный вклад в антиоксидантные свойства вносит и сама липидная матрица подсолнечного масла, богатая токоферолами.

Проведённый корреляционный анализ позволил установить функциональные взаимосвязи между химическим составом мацерата и его биологической активностью. Показано, что терпеновые компоненты в большей степени определяют антимикробный потенциал, тогда как фенольные соединения и флавоноиды преимущественно ответственны за антиоксидантное действие.

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что мацерат розмарина, полученный методом мацерации в подсолнечном масле, является перспективным источником природных антиоксидантов и антимикробных агентов. Его применение может быть научно обосновано в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности как натурального функционального ингредиента, способного повышать стабильность продуктов, замедлять окислительные процессы и подавлять рост патогенных микроорганизмов.

Список литературы

1. Abreu, R. M. V., Ferreira, I. C. F. R., et al. Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Food Chemistry*, 2008, 108(3): 1021–1027.
2. Bozin, B., Mimica-Dukic, N., et al. Chemical composition and biological activities of rosemary essential oil. *Food Chemistry*, 2007, 102: 662–670.
3. Nieto, G., Ros, G., Castillo, J. Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.). A review. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 2018, 12(1): 1–10.
4. González-Burgos, E., Carretero, M. E., Gómez-Serranillos, M. P. Analytical methods for rosemary constituents and their biological activity. *Journal of Chromatography A*, 2011, 1218: 2974–2992.
5. Burt, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *International Journal of Food Microbiology*, 2004, 94(3): 223–253.
6. Singleton, V. L., Rossi, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1965, 16: 144–158. (Метод Фолина–Чокальтью)

7. Chang, C., Yang, M., Wen, H., Chern, J. Estimation of total flavonoid content by the $AlCl_3$ method. *Journal of Food and Drug Analysis*, 2002, 10: 178–182.
8. Benzie, I. F. F., Strain, J. J. Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay: Direct measure of total antioxidant activity. *Methods in Enzymology*, 1999, 299: 15–27.
9. Apak, R., Güçlü, K., et al. The CUPRAC method of antioxidant measurement. *Trends in Analytical Chemistry*, 2008, 27(3): 227–240.
10. CLSI. *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically*. CLSI standard M07. 11th ed. Clinical and Laboratory Standards Institute, 2018.