

Степнёва Екатерина Витальевна, аспирант

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

Чугунова Ольга Викторовна, заведующая кафедрой Технологии

питания, доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,

г. Екатеринбург

ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОЭКСТРАКТОВ ROSMARINUS OFFICINÁLIS В ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация: в данной статье приведены примеры проявления антиоксидантной и противомикробной эффективности пряно-ароматических экстрактов розмарина в пищевых системах. Обоснована возможность применения пряно-ароматических композиций для ингибирования окислительной и микробиологической порчи мясных продуктов.

Ключевые слова: розмарин, фенольные соединения, антиоксидант, противомикробное средство.

Abstract: this article provides examples of the manifestation of the antioxidant and antimicrobial effectiveness of spicy-aromatic extracts of rosemary in food systems. The possibility of using spicy-aromatic compositions for inhibiting oxidative and microbiological spoilage of meat products is substantiated.

Key words: rosemary, phenolic compounds, antioxidant, antimicrobial agent.

Фитоэкстракты полученные на основе лекарственно-технического и пряно-ароматического растительного сырья успешно используются в качестве ингибиторов микробиологических и биохимических процессах, происходящих в пищевых продуктах при хранении [1; 2].

Фитоэкстракты представляют собой сложный комплекс природных биологически активных веществ, в состав которых входят вещества проявляющие антиоксидантные и антимикробные свойства [3].

Розмарин - пряная трава, встречающаяся в большинстве кухонь и во многих смесях специй. Его антимикробная активность была доказана в отношении бактерий, грибков (включая дрожжи) и вирусов [6]. Показано положительное влияние на метаболизм углеводов и липидов, а также на функцию нервной системы, а также гепатопротекторные свойства [7].

Биологические свойства розмарина в основном обусловлены фенольными соединениями. Однако важно учитывать, что эти биологические свойства зависят от различных аспектов и их использование в пищевых продуктах ограничено из-за их запаха, цвета и вкуса [4].

В настоящее время, в связи с увеличением спроса на пряности в пищевой отрасли разработаны технологии получения наиболее однородных пряноароматических экстрактов. CO₂-экстракты, олеорезины и эфирные масла транспортируют в виде дисперсий в растительных маслах или других липидах. Кроме того, такие дисперсии могут быть стабилизированы с помощью моно-, ди-, триглицеридов, полисорбатов. Другой способ упростить применение экстрактов — создание порошкообразных экстрактсодержащих продуктов. Для этого получают эмульсию олеорезинов, эфирных масел и крахмала и подвергают распылительной сушке [3]. Наиболее технологичны и перспективны, — инкапсулированные фитоэкстракты. С помощью инкапсулирования можно создавать оригинальные вкусо-ароматические композиции. Использование в качестве материала носителя моно- и диглицеридов, производных стеариновой кислоты и других эмульгаторов позволяет гомогенно распределять действующие вещества фитоэкстрактов в жировой фазе пищевых эмульсий [5]. Оболочка капсул пролонгирует фитонцидное и антиоксидантное действие экстрактов пряностей и позволяет практически полностью сохранить вкусо-, ароматобразующие и биологически активные вещества при замораживании и последующем холодильном хранении пищевых продуктов.

Мелкодисперсные антиоксидантные компоненты имеют диапазон молекулярных масс ниже, чем триглицеридные компоненты масла, и поэтому могут быть физически разделены путем молекулярной дистилляции либо в пленочной, либо в центробежной системе [8].

В настоящее время экстракты розмарина обычно готовят из высушенных листьев розмарина. Во всех новых способах процесс экстракции часто сопровождается стадией, включающей частичную дезодорацию и/или обесцвечивание экстракта. Учитывая используемые методы, в целом выход экстракта розмарина колеблется от 2% до 26% в зависимости от используемого сырья.

Полифенольный профиль розмарина характеризуется присутствием карнозиновой кислоты, карнозола, розмариновой кислоты и гесперидина в качестве основных компонентов, получаемых из сырья [8].

Среди наиболее эффективных антиоксидантных компонентов розмарина идентифицированы карнозоловая кислота и карнозол. Кроме того, экстракт содержит карнозиновую кислоту, эпиросманол, росманол, метилкарнозат и изоросманол. Масла розмарина получают путем паровой дистилляции веток и свежих листьев. Розмарин является богатым источником фенольных соединений, и их свойства получены из его экстрактов и эфирных масел [9]. В дополнение к летучим компонентам экстракты розмарина также содержат несколько антиоксидантных компонентов, которые относятся в основном к классам фенольных кислот, флавоноидов и дитерпеноидов [8].

Экстракт розмарина также содержит производные кофейной кислоты. Эти соединения вступают в реакцию с присутствующими ионами металлов, образуя хелаты; следовательно, они вступают в реакцию с перекисными радикалами и таким образом стабилизируют эти свободные радикалы. Масло розмарина используется в качестве пищевой приправы из-за его химических составных частей и обладает антибактериальными, противогрибковыми и антиоксидантными свойствами. Традиционно было показано, что масло розмарина имеет ряд применений в лечении многих заболеваний, биоактивность

экстрактов розмарина включает такие свойства, как противовоспалительное, противодиабетическое, гепатопротекторное и противомикробное действие. Эти биологические свойства связаны с компонентами фенольных соединений (главным образом кофейной кислотой, розмариновой кислотой и карнозиновой кислотой) [10].

Основными компонентами, обладающими антиоксидантными свойствами, являются карнозиновая кислота и карнозол, они отвечают за 90% свойств [10]. Оба являются ингибиторами перекисного окисления липидов в липосомальных и микросомальных системах, они являются хорошими поглотителями $CC_{13}O_2$ (пероксильные радикалы), восстанавливают цитохром и поглощают гидроксильные радикалы. В частности, карнозиновая кислота поглощает H_2O_2 , но также может выступать в качестве субстрата для системы пероксидазы. Антиоксидантные свойства зависят от стадии плодоношения: увеличение концентрации полифенолов, которые включают карнозол, розмариновую кислоту и гесперидин, на стадии плодоношения напрямую связаны с улучшением антиоксидантной способности экстракта [5].

Одним из наиболее важных аспектов антиоксидантной активности розмарина является взаимосвязь между дитерпенами и активностью по поглощению радикалов. В следствии этого была описана антиоксидантная способность дитерпенов, содержащихся в розмарине. Наиболее важными элементами в структуре розмарина являются ароматическое кольцо ($C_{11}-C_{12}$) в катехольной группе вместе с сопряжением трех основных колец [8].

Катехольная группа отвечает за поглощение электрона-радикала, образующегося в результате окисления. Каркас, образованный тремя кольцами, обеспечивает делокализацию заряда. Наличие карбоновой группы (в случае карнозиновой кислоты) усиливает это конъюгирование, особенно в водных системах. Однако в слабополярных средах, таких как жиры, именно структура лактона, по-видимому, придает большую стабильность.

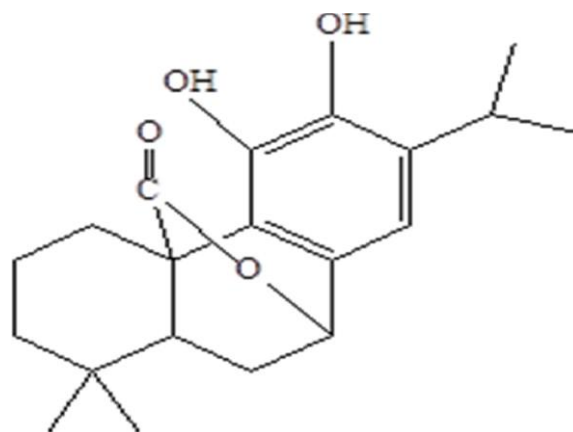


Рисунок 1. Химическая структура карнозола [11].

Карнозиновая кислота, карнозол, розманол и эпиросманол являются основными фенольными дитерпенами, ответственными за антиоксидантные свойства розмарина, а именно карнозиновая кислота и карнозол ингибировали перекисное окисление липидов на 88-100% и 38-89% соответственно в условиях окислительного процесса [8].

Существуют различные способы применения розмарина в пищевых системах. Например, его добавляют в продукты животного происхождения и масла. Различные исследования продемонстрировали мощную активность розмарина за счет уменьшения потери цвета каротиноидами и замедления окисления липидов в маслах и мясных продуктах [11].

Несколько исследований показали свойства розмарина для достижения хороших сенсорных результатов и снижения окисления липидов после добавления в пищевые продукты, так были проведены исследования на свинине, говядине, говяжьих бургерах [12; 13; 14]. В целом, все эти исследования показали, что розмарин ингибирует образование гидропероксидов.

Антиоксидантный эффект розмарина обусловлен присутствующими в листьях полифенолами (в основном розмариновой кислотой, карнозолом и карнозиновой кислотой), которые накапливаются в жировых мембранах клеток, где требуется антиоксидантный эффект [8].

В исследованиях [14; 15] показана эффективность масла розмарина для контроля окисления в сосисках и для защиты от окисления белка в мясных

котлетах. Такое поведение очень важно для контроля цвета изменения в мясных продуктах в основном вызваны окислением гемовых пигментов. Окисление липидов и их последствия уменьшаются за счет добавления розмарина.

Антибактериальная активность розмарина была определена в различных типах анализа на основе либо минимальной ингибирующей концентрации и минимальной бактерицидной концентрации. Была продемонстрирована антибактериальная активность базилика (*Ocimum basilicum*, L.) и розмарина (*Rosmarinus officinalis*, L.), зафиксировано ингибирование роста микробов обоими эфирными маслами, представленными в виде значений МИК. Ингибирующий эффект розмарина является результатом действия розмариновой кислоты, розмарилидинола, карнозола, эпироманола, карнозиновой кислоты, розманола и изороманола [9; 16]. Они взаимодействуют с клеточной мембраной, вызывая изменения в генетическом материале и питательных веществах, изменяя транспорт электронов, утечку клеточных компонентов и изменения в производстве жирных кислот. Кроме того, эффективность карнозиновой кислоты против патогенных бактерий превосходит эффективность любого другого основного компонента экстракта, включая розмариновую кислоту.

Антибактериальный эффект розмарина был широко показан в исследованиях пищевых продуктов: говяжьих фрикадельках, вареной говядине и в свиной колбасе [17-20]. Масло розмарина подавляет рост обычных пищевых бактерий, способствующих порче продуктов. Также показана антибактериальная активность эфирного масла розмарина в отношении кишечной палочки, *Bacillus cereus* и *S. aureus*, ингибирует рост *Brochothrix thermosphacta* и *Enterobacteriaceae*, бактерий, ответственных за порчу (психротрофов, мезофилов, энтеробактерий и молочнокислых бактерий) [13]. Только экстракты розмарина были способны подавлять 11 протестированных бактерий (таких как *Lb. lactis* FMRD, *Br. thermosphacta* CRA, *Lb. carnosum*, *Br. thermosphacta* CRA, *L. innocua*, *Lb. sake*, *Br. thermosphacta* CRA, *Lc. mesenteroides* subsp *mesenteroides*, *L. monocytogenes*, *Lc. mesenteroides* subsp *dextranicum*, *Lb. curvatus*) [21].

Важно отметить возможный синергетический эффект между экстрактом розмарина и другими природными антиоксидантами. Результаты, приведенные в научной литературе, дают противоречивые выводы. Так совместное добавление экстракта розмарина и токоферолов в мясные продукты не привело к повышению антиоксидантной эффективности этих индивидуально используемых соединений [8].

Библиографический список:

1. Антиоксиданты растительного генеза для мясной индустрии / Т.К. Каленик, Н.Г. Ли, А.В. Алешков и др. // IV международный Балтийский морской форум: материалы Международного морского форума, Калининград, 2016. – С. 1355-1360.
2. Толкунова, Н. Н. Бактерицидная эффективность консервирующих добавок на основе жирного шалфейного масла и композиций эфирных масел пряноароматических растений / Н. Н. Толкунова, В. И. Криштафович, И. А. Жебелева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 3. – С. 57-60.
3. Базарнова, Ю. Г. Фитоэкстракты - природные ингибиторы порчи пищевых продуктов (обзор) / Ю. Г. Базарнова // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2010. – № 2. – С. 32-42.
4. Чугунова, О. В. Исследование антиоксидантной активности и ее изменения при хранении плодово-ягодного сырья Свердловской области / О. В. Чугунова, Н. В. Заворохина, А. В. Вяткин // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 11(190). – С. 59-65.
5. Школьников, М.Н. Исследование антибактериальной активности флавоноидов облепихового шрота / М.Н. Школьников, Е.В. Аверьянова, Е.Д. Рожнов и др. // Индустрия питания|Food Industry. 2020. Т. 5, № 3. С. 61–69. DOI: 10.29141/2500-1922- 2020-5-3-7.
6. Тырков, А. Г. Антимикробная активность эфирных масел, выделенных из растений Астраханского региона / А. Г. Тырков, Л. Т. Сухенко, Э. Р. Акмаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – №

2(88). – С. 57-59. – EDN OPVEYB.

7. Влияние эфирного масла розмарина лекарственного на нервную систему человека / В. В. Тонковцева, Я. А. Куликова, Ю. И. Мокин, А. М. Ярош // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2012. – № 104. – С. 101-104. – EDN UHOVCZ.

8. Динамика накопления и компонентного состава эфирного масла розмарина (*Rosmarinus officinalis* L.), произрастающего на Южном берегу Крыма / С. Л. Белопухов, Л. А. Хлыпенко, О. М. Шевчук [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 6. – С. 129-140. – DOI 10.26897/0021-342X-2017-6-129-140. – EDN YOKBOF.

9. Аббасова, З. Г. Интродукция некоторых перспективных лекарственных и эфиромасличных растений в Мардакянском дендрарии / З. Г. Аббасова, З. А. Мамедова, Р. М. Мамедов // Химия растительного сырья. – 2009. – № 1. – С. 121-124. – EDN KZMWBT.

10. Изучение фенольных соединений листьев розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.) из коллекции Никитского ботанического сада / А. С. Никитина, С. А. Феськов, Е. Р. Гарсия [и др.] // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 146. – С. 201-204. – DOI 10.25684/NBG.scbook.146.2018.32. – EDN XRCBNZ.

11. Влияние антиоксидантов в нативной и мицеллированной формах на сроки годности эмульсионного жирового продукта / А. П. Нечаев, А. В. Самойлов, В. В. Бессонов [и др.] // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. – № 5. – С. 101-109. – DOI 10.24411/0042-8833-2020-10070. – EDN WWGVZA.

13. Botsoglou, N.A.; Christaki, E.; Fletouris, D.J.; Florou-Paneri, P.; Spais, A.B. The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. *Meat Sci.* 2002, 62, 259–265.

14. Habtemariam S. The Therapeutic Potential of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Diterpenes for Alzheimer's Disease. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2016; 2016: 2680409. DOI: 10.1155/2016/2680409.

15. Kayashima, T.; Matsubara, K. Antiangiogenic effect of carnosic acid and

carnosol, neuroprotective compounds in rosemary leaves. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2012, 76, 115–119.

16. Nieto G.; Ros G.; Castillo J. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.) *Medicines* 2018, 5, 98, 1-13.

17. Nieto, G.; Huvaere, K.; Skibsted, L.H. Antioxidant activity of rosemary and thyme by-products and synergism with added antioxidant in a liposome system. *Eur. Food Res. Technol.* 2011, 233, 11–18.

18. Sánchez-Escalante, A.; Djenane, D.; Torrescano, G.; Beltrán, J.A.; Roncalés, P. The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Sci.* 2001, 58, 421–429.

19. Formanek, Z.; Lynch, A.; Galván, K.; Farkas, J.; Kerry, J.P. Combined effects of irradiation and the use of natural antioxidants on the shelf-life stability overwrapped minced beef. *Meat Sci.* 2003, 63, 433–440.

20. Fernández-López, J.; Zhi, N.; Aleson-Carbonell, L.; Pérez-Álvarez, J.A.; Kuri, V. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: Application in beef meatballs. *Meat Sci.* 2005, 69, 371–380.

21. Ahn, J.; Grün, I.U.; Mustapha, A. Effects of plant extracts on microbial growth, color change and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiol.* 2007, 24, 7–14.