

Научная статья

УДК 664.864

DOI: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-4-590-602>



Изучение антиоксидантных свойств лекарственных растений и их влияние на микробную порчу полуфабрикатов мяса, птицы и рыбы

Наталья Борисовна Еремеева*, Надежда Викторовна Макарова**

*Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Самарский государственный технический университет, г. Самара, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Еремеева Наталья Борисовна, eremeeva.itmo@gmail.com

Аннотация. Растительные экстракты, богатые полифенолами, могут использоваться в пищевой промышленности в качестве натуральных консервантов и значительно уменьшить использование химических консервантов, продлевая срок годности готовых продуктов и полуфабрикатов. Цель данного исследования – изучение полифенольного состава экстрактов лекарственных растений, их антиоксидантной активности и антибактериальных свойств в условиях пищевых систем. Объекты исследования: горец птичий (*Polýgonum aviculáre*), душица (*Origanum*), череда (*Bídenstripartita*), чабрец (*Thýmus*), брусника листья (*Vaccíniumvítis-idaéa*), календула цветки (*Calendula*), шалфей (*Salvia*), ромашка цветки (*Matricāriachatomílla*), эвкалипт (*Eucalýptus*), толокнянка (*Arctostáphylosúva-úrsi*). Определены: общее содержание фенольных соединений, флавоноидов; антиоксидантная активность по методу DPPH и FRAP; изменение обсемененности животного сырья на ОМЧ, БГКП, дрожжи/грибы, сальмонеллы, стафилококки. Экстракты шалфея (1138 ± 57 мг ГК/100 г и 537 ± 25 мг К/100 г), эвкалипта (1073 ± 49 мг ГК/100 г и 412 ± 20 мг К/100 г), цветков ромашки (1002 ± 36 мг ГК/100 г и 493 ± 22 мг К/100 г) и душицы (1015 ± 42 мг ГК/100 г и 458 ± 21 мг К/100 г) содержат наибольшее количество биологически активных веществ (фенольных веществ и флавоноидов соответственно). Экстракты шалфея, эвкалипта и ромашки проявляют наибольшую активность среди исследуемых объектов по показателям антиоксидантности. Большинство анализируемых экстрактов не влияет или влияет в незначительной степени на органолептические свойства готовых продуктов. Полное подавление роста патогенных микроорганизмов в пищевых системах при исследуемых условиях проявляют также экстракты цветков ромашки, шалфея и эвкалипта. Значительное сокращение роста микрофлоры происходит при обработке животного сырья экстрактами цветков календулы, душицы, чабреца. Экстракты шалфея, цветков ромашки, цветков календулы, душицы, чабреца могут быть рекомендованы в качестве компонентов пищевого сырья.

Ключевые слова: экстракты лекарственных растений, антиоксидантная активность, антибактериальная активность, микробиологическая порча

Для цитирования: Еремеева Н. Б., Макарова Н. В. Изучение антиоксидантных свойств лекарственных растений и их влияние на микробную порчу полуфабрикатов мяса, птицы и рыбы // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т. 11. N 4. С. 590–602. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-4-590-602>.

PHYSICOCHEMICAL BIOLOGY

Original article

Antioxidant properties of medicinal plants and their effect on microbial spoilage of semi-finished meat, poultry and fish

Natalya B. Eremeeva*, Nadezhda V. Makarova**

*ITMO University, St. Petersburg, Russian Federation

**Samara State Technical University, Samara, Russian Federation

Corresponding author: Natalya B. Eremeeva, eremeeva.itmo@gmail.com

Abstract. Plant extracts rich in polyphenols can be used in the food industry as natural preservatives, extending the shelf life of prepared and semi-finished foods without chemical preservatives. In this paper, we investigate the polyphenolic composition, antioxidant activity and antibacterial properties of herbal extracts as part of food systems. The research objects were knot grass (*Polýgonum aviculáre*), marjoram (*Origanum*), bur beggar-ticks (*Bidenstripartita*), thyme (*Thymus*), whortleberry leaves (*Vaccínium ida vítis*), calendula (*Calendula*), sage (*Salvia*), chamomile flowers (*Matricãriachamomilla*), eucalyptus (*Eucalyptus*) and bearberry (*Arctostáphylosúva-úrsi*). We determined the total content of phenolic compounds and flavonoids; the antioxidant activity by DPPH and FRAP methods; variations in the bacterial contamination of animal raw materials over total bacterial count (TBC), coliform bacteria, yeast/fungi, salmonella and staphylococcus. Extracts of sage (1138±57 mg GA/100 g and 537±25 mg C/100 g), eucalyptus (1073±49 mg GA/100 g and 412±20 mg C/100 g), chamomile flowers (1002±36 mg GA/100 g and 493±22 mg C/100 g) and marjoram (1015±42 mg GA/100 g and 458±21 mg C/100 g) contain the largest amount of biologically active substances (phenols and flavonoids, respectively). Sage, eucalyptus and chamomile extracts demonstrate the highest antioxidant activity among the studied samples. Most of the studied extracts exhibit little or no effect on the organoleptic properties of finished products. In addition, chamomile flower, sage and eucalyptus extracts suppress the growth of pathogenic microorganisms in foods under experimental conditions. The microflora growth is significantly reduced when treating animal raw materials with calendula flowers, marjoram and thyme extracts. Extracts of sage, chamomile flowers, calendula flowers, marjoram and thyme can be recommended as components of food raw materials.

Keywords: herbal extracts, antioxidant activity, antibacterial activity, microbial spoilage

For citation: Eremeeva N. B., Makarova N. V. Antioxidant properties of medicinal plants and their effect on microbial spoilage of semi-finished meat, poultry and fish. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya* = *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2021;11(4):590-602. (In Russian). <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-4-590-602>.

ВВЕДЕНИЕ

Невосприимчивость грамотрицательных бактерий к воздействию различных веществ с каждым годом возрастает. Распространение бактерий с множественной резистентностью к лекарствам стимулирует поиск новых антибактериальных препаратов для борьбы с устойчивыми фенотипами [1, 2]. Растительные вещества являются хорошим источником противоинфекционных соединений благодаря разнообразию их видов и, соответственно, химических структур [3].

Лекарственные растения играют важную роль в развитии современных исследований, являясь отправной точкой для новых разработок в медицине [4]. Растительные материалы по-прежнему незаменимы при оказании первичной медико-санитарной помощи в качестве терапевтических средств. Известно, что лекарственные растения лечат многие инфекционные заболевания, и это обосновывает их использование в качестве источника антимикробных агентов для расширения спектра доступных антибиотиков [5]. Большинство из них содержат вещества, являющиеся предшественниками для синтеза лекарств, или вещества, которые могут быть использованы в терапевтических целях. Экстракты, подтвердившие свою эффективность, могут быть использованы в качестве естественных альтернативных профилактических средств для борьбы с заболеваниями, вызванными пищевыми отравлениями. Это позволит сохранять пищевые продукты без опасности для здоровья человека от воздействия химически полученных антимикробных агентов [6]. Растения используются в меди-

цине в различных странах и являются источником многих сильнодействующих биологически активных веществ. Использование растения полностью или его отдельных частей, содержащих разнообразные по составу и количеству биологически активные компоненты, позволяет целенаправленно действовать против различных патогенов [7].

В некоторых публикациях сообщается, что продукты из куриного мяса могут содержать патогены пищевого происхождения и бактерии порчи, сокращающие срок годности, вызывая опасность для здоровья потребителей [8, 9]. В частности, существует высокий риск пищевого отравления при употреблении готовых продуктов типа Street food, что обусловлено быстрым способом приготовления, недостаточным для уничтожения микробов, или загрязнением во время хранения [10, 11]. В готовых изделиях могут присутствовать такие патогены, как *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 и *Salmonella* spp. [12].

Специи и травы применяются для маринада мяса, действуя как хорошие натуральные консерванты. Авторами работы [13] было показано, что имбирная паста обладает сильной антимикробной активностью в отношении *E. coli* O157:H7, вызывая ингибирование патогенных бактерий в 2 раза в говяжьем фарше через 3 дня при температуре 8 °C. В другом исследовании авторы продемонстрировали низкий рост микробов в сухом вяленом мясе, обработанном ферментированной соевой пастой, – 3,30 Log₁₀ КОЕ г че-

рез 48 ч хранения при температуре 37 °С [14].

Растительные экстракты содержат широкий спектр биологически активных соединений: в основном полифенолы, а также иридоиды, амиды, алкалоиды, сапонины, гликозиды и терпеноиды [15]. Полифенолы встречаются во всех частях растений, но их наибольшее количество было обнаружено в листьях [16]. Растительные экстракты проявляют высокую антибактериальную активность, что подтверждается некоторыми последними исследованиями. Экстракт гибискуса сабдариффа (*Hibiscus sabdariffa*) показал антибактериальную активность в отношении грамотрицательных (*Escherichia coli*, *Salmonella enterica*) и грамположительных бактерий (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*) [17]. Экстракты, полученные из таких лекарственных растений, как *Agrimonia pilosa*, *Smilax glabra*, *Iris domestica*, *Anemone chinensis*, подавляли рост патогенов пищевого происхождения: *S. enterica* Ty-phimurium, *E. coli* и *L. monocytogenes* [18].

Существует три основных механизма действия полифенолов:

- а) ингибирование функции цитоплазматической мембраны;
- б) ингибирование синтеза нуклеиновых кислот;
- в) ингибирование энергетического метаболизма.

Полифенолы могут изменять морфологию клеток бактерий, повреждая клеточную стенку, что приводит к «утечке» («leakage») внутриклеточного материала. Они способны увеличить выработку активных форм кислорода (АФК) и, следовательно, вызвать окислительный стресс в клетках бактерий. Они также могут влиять на биосинтез белка, что приводит к изменениям в метаболических процессах. При более высоких концентрациях полифенолы могут оказывать ингибирующее действие, при более низких – стимулирующее действие, что свидетельствует о механизме бактериальной защиты [19, 20].

Благодаря своим антибактериальным и антиоксидантным свойствам растительные экстракты, богатые полифенолами, могут использоваться в пищевой промышленности в качестве натуральных консервантов, что значительно уменьшит применение химических консервантов. Они способны продлить срок годности готовых продуктов и полуфабрикатов, подавляя рост бактерий и тем самым замедляя процессы порчи.

Целью данной работы являлось изучение полифенольного состава экстрактов таких лекарственных растений, как горец птичий, душица, череда, чабрец, брусника листья, календулы цветки, шалфей, ромашка цветки, эвкалипт, толокнянка, их антиоксидантной активности и антибактериальных свойств в условиях пищевых систем.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Химические вещества и реагенты. Этанол, дистиллированная вода. Реактив Фолина – Чокальтеу и галловая кислота были приобретены у фирмы Fluka (Германия), DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), нитрит натрия, хлорид алюминия, карбонат натрия, линолевая кислота – у фирмы Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Германия), 2,4,6-три(2-пиридил)-s-триазин (TPTZ) – у фирмы Fluka Chemicals (Испания). В исследовании также использованы соляная и уксусная кислоты, ацетат натрия, фосфат натрия, хлорид железа (II), хлорид железа (III), хлорид калия, роданид аммония.

Объекты исследования. Экстракты получены из лекарственных растений: горец птичий (*Polygonum aviculare*), душица (*Origanum*), череда (*Bidens tripartita*), чабрец (*Thymus*), брусника листья (*Vaccinium vitis-idaea*), календула цветки (*Calendula*), шалфей (*Salvia*), ромашка цветки (*Matricaria chamomilla*), эвкалипт (*Eucalyptus*), толокнянка (*Arctostaphylos uva-ursi*). Влияние антибактериальной активности экстрактов определялось на мясе свиньи (гуляш свиной охлажденный, «Слово мясника»), мясе курицы (филе цыпленка-бройлера охлажденное, «Пестречинка № 3») и рыбе (треска мурманская, свежемороженая, филе, «Бухта избобилия»).

Получение экстракта. Концентрированные экстракты получены при следующих технологических параметрах: экстрагирование 505-ным этиловым спиртом при температуре 40±5 °С в течение 120 мин, соотношении сырье/растворитель 1:10. Концентрирование происходило на циркуляционном вакуум-выпарном аппарате до содержания массовой доли растворимых сухих веществ 30%.

Обработка мяса экстрактами. Образцы свинины, курицы и рыбы обрабатывали концентрированными экстрактами в количестве 5% по массе. Образцы хранили в течение 3, 6 и 9 дней при температуре 3–7 °С без доступа света и кислорода.

Определение органолептических показателей образцов свинины с экстрактами проводили по ГОСТ 9959-2015, курицы с экстрактами – по ГОСТ 31936-2012, рыбы с экстрактами – по ГОСТ 7631-2008.

Содержание общих фенолов в объектах оценивали с помощью модифицированной версии метода Фолина – Чокальтеу [21]. Галловую кислоту использовали в качестве стандарта, водный раствор галловой кислоты (200 мг в 1000 см³) разбавляли дистиллированной водой, чтобы получить соответствующие концентрации для калибровочной кривой. Для анализа было взято 0,50 см³ анализируемого объекта или стандарта галловой кислоты, 4,00 см³ дистиллированной воды, 0,25 см³ реактива Фолин – Чокальтеу и 0,25 см³ насыщенного водного раствора карбоната натрия. Образцы встряхивали и выдержи-

вали в темноте 30 мин при комнатной температуре. Коэффициент поглощения определяли на спектрофотометре при 725 нм. Результаты выражали в мг эквивалента галловой кислоты в 100 г сухого веса. Эксперимент проводился в трехкратном повторении.

Общее содержание флавоноидов в объектах измеряли с использованием модифицированного метода, изложенного в работе [21]. Анализируемый объект или стандартный раствор катехина в объеме 0,50 см³ добавляли в мерную пробирку объемом 10 см³. Затем добавляли 2,50 см³ дистиллированной воды, в нулевой момент времени добавляли 0,15 см³ 5%-го раствора нитрита натрия, через 5 мин добавили 0,30 см³ 10%-го раствора хлорида алюминия и выдержали еще 5 мин. Коэффициент поглощения измеряли при 510 нм. Содержание флавоноидов выражали в мг эквивалентов катехина в 100 г сухого веса. Эксперимент проводился в трехкратном повторении.

Антиоксидантная активность образцов определяли по методу DPPH [21], основанному на способности антиоксидантов исходного сырья связывать стабильный хромоген-радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH). DPPH (4 мг) растворяли в 100 см³ этанола. Аликвоты исследуемого объекта (0,05; 0,10; 0,40; 0,80; 1,00 и 5,00 см³) растворяли в 100 см³ дистиллированной воды. Затем 0,2 см³ каждого раствора добавляли к 2,0 см³ раствора DPPH при 20 °С и выдерживали в темноте в течение 30 мин. Коэффициент пропускания определяли при 517 нм. Антирадикальную активность выражали в виде концентрации исходного объекта в мг/см³, при которой происходило связывание 50% радикалов. Эксперимент проводился в трехкратном повторении.

Восстанавливающую силу исследуемого объекта определяли методом FRAP [21]. Для анализа использовали свежеприготовленный раствор FRAP: смешивали 10 см³ ацетатного буфера (pH = 3,6), 1 см³ 10 %-го раствора хлорида железа (III) и 1 см³ раствора TPTZ (2,4,6-трипиридил-s-триазина) (10 ммоль/л TPTZ в 40 ммоль/1000 см³ HCl), выдерживали 10 мин при температуре 37 °С. К анализируемому объекту (0,1 см³) добавляли 3,0 см³ дистиллированной воды и 1 см³ раствора FRAP. Смесь выдержали в течение 4 мин при температуре 37 °С. Оптическую плотность измеряли при 593 нм. Восстанавливающую силу определяли по калибровочному графику и выражали в ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья. Эксперимент проводился в трехкратном повторении.

Микробиологический анализ. С помощью микробиологических экспресс-тестов «Петри-тест» определяли общее микробное число (ОМЧ), общую бактериальную обсемененность (КМАФАнМ количество мезофильных аэробных и

факультативно анаэробных микроорганизмов), количество бактерий группы кишечных палочек (БГКП), а также число колониеобразующих единиц сальмонелл и стафилококка. Для этих целей термостатирование проводили при температуре 37 °С, результаты получали через 24 ч.

Для теста на дрожжи/грибы термостатирование не требовалось, результаты получали через 72 ч. Плотность выросших на Петритесте дрожжей и грибов сравнивали с приведенным в методике рисунком.

Статистическая обработка данных производилась путем расчета среднего (М) и стандартного отклонения (М±m) с использованием программного обеспечения Microsoft Excel.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Концентрированные экстракты лекарственных растений получены по разработанной нами ранее технологии [22]. Предварительно определен химический состав экстрактов и содержание биологически активных веществ и их активность.

Результаты исследования показали, что содержания фенольных веществ зависит от вида растительного сырья (рис. 1). Наибольшее количество содержится в экстрактах шалфея и эвкалипта – 1138±57 и 1073±49 мг ГК/100 г соответственно. Также значительное количество фенольных соединений содержится в экстрактах ромашки (1002±36 мг ГК/100 г), душицы (1015±42 мг ГК/100 г) и чабреца (1011±39 мг ГК/100 г). Наименьшее количество фенольных веществ среди исследуемых образцов обнаружено в экстрактах череды (713±31 мг ГК/100 г) и цветков календулы (809±33 мг ГК/100 г).

Флавоноиды представляют собой разнообразность фенольных соединений с широким спектром биологической активности. Было установлено, что в экстрактах шалфея (537±25 мг К/100 г), цветов ромашки (493±22 мг К/100 г), душицы (458±21 мг К/100 г) и эвкалипта (412±20 мг К/100 г) содержится максимальное среди исследуемых объектов количество флавоноидов (см. рис. 1). Минимальное их количество обнаружено в экстрактах горца птичьего (211±11 мг К/100 г) и цветков календулы (175±10 мг К/100 г). Эти показатели коррелируются с содержанием фенольных веществ в объектах.

Результаты, полученные методами DPPH и FRAP, подтвердили наличие антиоксидантной активности у экстрактов лекарственных растений. Наивысшую активность по обоим показателям проявили экстракты шалфея, эвкалипта, ромашки и горца птичьего, что видно из диаграммы, представленной на рис. 2. Это связано с содержанием в их химическом составе биологически активных веществ, в том числе фенольных соединений и флавоноидов.

Влияние добавления экстрактов из лекарственных трав на органолептические свойства

свинины, курицы и рыбы изучены после термической обработки следующими технологическими способами: запекание при 180 °С, варка в воде и жарка в масле. Оценку органолептических свойств животного сырья осуществляли по 5-балльной шкале в зависимости от растительного экстракта и способа тепловой обработки (табл. 1–3).

Добавление экстрактов большинства растений (череда, календулы цветки, чабрец, толокнянка) не влияет на органолептические свойства готовых продуктов. Экстракты некоторых растений (брусника листья, горец птичий, ромашка цветки) влияют в незначительной степени, при

этом экстракты душицы и шалфея придают продуктам малоощутимый травянистый аромат и вкус. Экстракт эвкалипта имеет специфические вкусо-ароматические свойства, что негативно сказывается на органолептических характеристиках блюд, в которых он присутствует. Следует отметить, что на яркость вкуса и аромата продуктов, приготовленных из мяса, курицы и рыбы, оказывают влияние не только добавляемые растительные экстракты, но и способ тепловой обработки животного сырья: они наиболее выражены при жарке, а наименее – при варке.

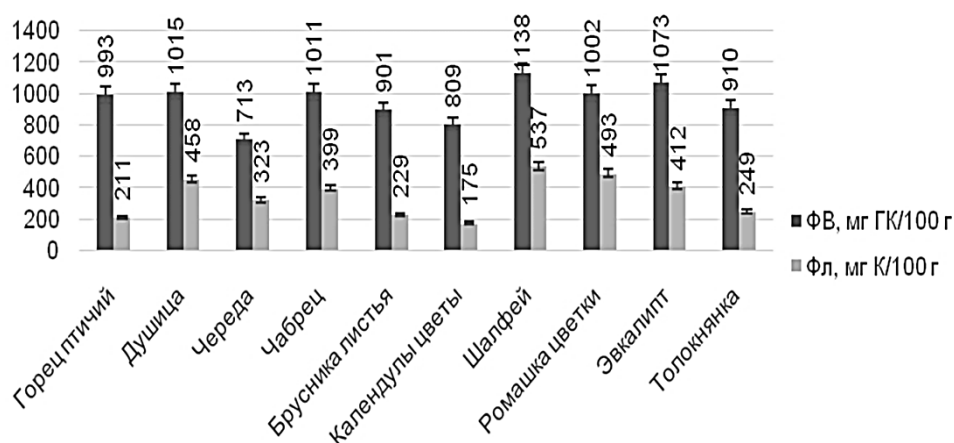


Рис. 1. Содержание фенольных веществ (ФВ) и флавоноидов (Фл) в экстрактах лекарственных растений:
 ФВ, мг ГК/100 г – фенольные вещества, мг галловой кислоты в 100 г сухого веса;
 Фл, мг К/100 г – флавоноиды, мг катехина в 100 г сухого веса

Fig. 1. Content of phenolic substances (PV) and flavonoids (FI) in herbal extracts:
 EF, mg HA / 100 g – phenolic substances, mg gallic acid per 100 g of dry weight;
 FI, mg K / 100 g – flavonoids, mg catechin per 100 g of dry weight

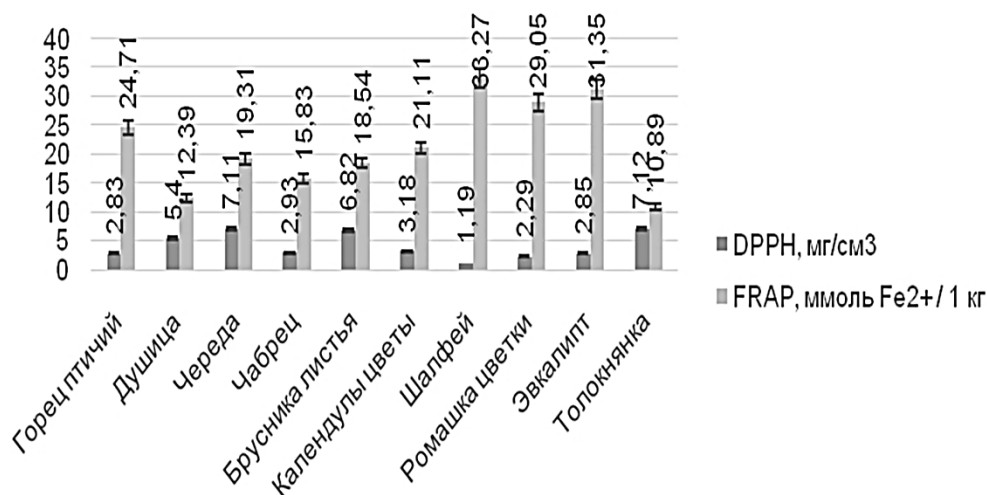


Рис. 2. Антиоксидантная активность экстрактов лекарственных растений:
 DPPH – концентрации исходного объекта в мг/см³, при которой происходило связывание 50% радикалов;
 FRAP – восстанавливающую силу определяли по калибровочному графику и выражали в ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья

Fig. 2. Antioxidant activity of herbal extracts:
 DPPH – concentration of the parent object in mg / cm³ at which the half-binding of radicals took place;
 FRAP – reducing force was determined from the calibration graph and expressed in mmol Fe²⁺ / 1 kg of feedstock

Таблица 1. Органолептические профили комбинации мяса свинины и растительных экстрактов в зависимости от способа тепловой обработки
Таблица 1. Organoleptic profiles of pork and plant extracts combination depending on the cooking method

Растительное сырье	Запекание					Варка					Жарка				
	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет
Контроль	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Чабрец	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Календула цветки	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Душица	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Череша	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Толокнянка	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Брусника листья	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
Гореч птичий	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
Ромашка цветки	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Шалфей	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Эвкалипт	5	5	3	4	5	5	4	3	4	5	5	3	4	4	5

Внешний вид

Вкус

Аромат

Консистенция

Цвет

Внешний вид

Вкус

Аромат

Консистенция

Цвет

Внешний вид

Вкус

Аромат

Консистенция

Цвет

Примечание к табл. 1–3.

Контроль

Чабрец

Календула цветки

Душица

Череша

Толокнянка

Брусника листья

Гореч птичий

Ромашка цветки

Шалфей

Эвкалипт

Таблица 2. Органолептические профили комбинации мяса птицы и растительных экстрактов в зависимости от способа тепловой обработки
 Таблица 2. Organoleptic profiles of poultry and plant extracts combination depending on the cooking method

Растительное сырье	Запекание					Варка					Жарка				
	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет
Контроль	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Чабрец	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Календула	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
цветки	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Душица	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Черёда	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Толокнянка	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Брусника	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
листья	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5
Горец птичий	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Ромашка	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
цветки	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5
Шалфей	5	5	4	4	5	5	5	3	4	5	5	4	4	4	5
Эвкалипт	5	5	3	3	4	5	5	3	4	5	5	4	3	4	5

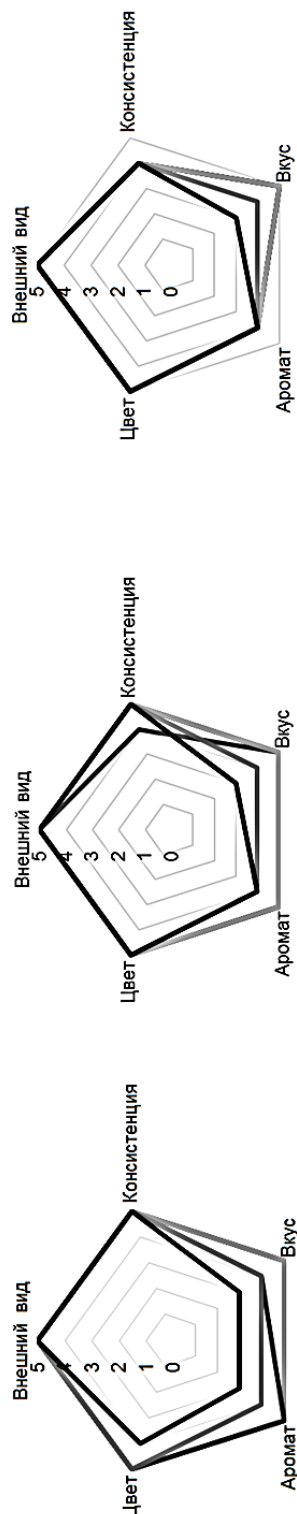


Таблица 3. Органолептические профили комбинации рыбы и растительных экстрактов в зависимости от способа тепловой обработки

Таблица 3. Organoleptic profiles of fish and plant extracts combination depending on the cooking method

Растительное сырье	Запекание					Варка					Жарка				
	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Аромат	Цвет
Контроль	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Чабрец	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Календула	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
цветки	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Душица	5	5	3	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5
Череша	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Толокнянка	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Брусника	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
листья	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Горец птичий	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ромашка	5	5	3	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5
цветки	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5
Шалфей	5	5	3	3	5	4	5	3	3	5	5	5	3	3	5
Эвкалипт	5	5	3	3	5	4	5	3	3	5	5	5	3	3	5

Внешний вид

5

4

3

2

1

0

Цвет

Консистенция

Вкус

Аромат

Внешний вид

5

4

3

2

1

0

Цвет

Консистенция

Вкус

Аромат

Внешний вид

6

5

4

3

2

1

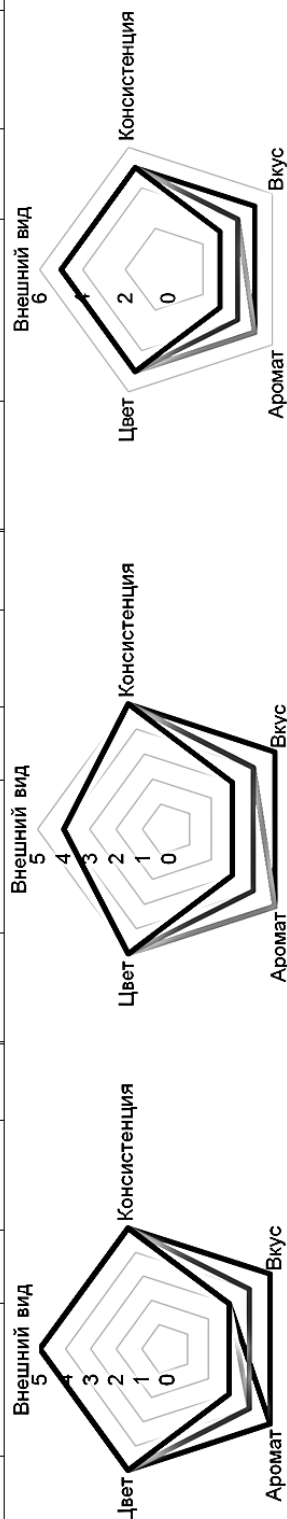
0

Цвет

Консистенция

Вкус

Аромат



На основании органолептических профилей определены комбинации животного сырья и растительных экстрактов.

Проведены исследования влияния растительного экстракта на микробиологическую порчу мяса, птицы и рыбы. Образцы животного сырья нарезали на куски 1×1 см и обработали концентрированным экстрактом лекарственных растений в количестве 5% масс. Обработанные образцы хранили при 4–5 °С в течение 3, 6 и 9 дней, после чего определяли показатели содержания ОМЧ, БГКП, дрожжей/грибов; сальмонеллы и стафилококка. В качестве контрольного образца использовали животное сырье без обработки растительными экстрактами.

Контрольный образец мяса с течением времени изменял свои показатели качества: на шестой день уровень содержания БГКП повысился до 10^2 КОЕ/г, а на девятый день – до 10^3 КОЕ/г, что соответствует большой микробиологической загрязненности. Аналогично повышалось содержание сальмонеллы и стафилококка, а общее микробное число увеличилось до 10^2 КОЕ/г на третий день, до 10^3 КОЕ/г – на шестой день, до 10^5 КОЕ/г – на девятый. Использование экстракта горца птичьего не привело к уменьшению роста патогенной микрофлоры, при этом наблюдалась аналогичная картина увеличения обсемененности образца с течением времени, как и в случае контрольного образца. Экстракт цветков календулы и экстракт толокнянки способны снизить содержание БГКП, ОМЧ, сальмонеллы и

стафилококка в мясе на порядок по сравнению с контрольным образцом, однако, на девятый день наблюдалось увеличение вышеперечисленных показателей до небольшого количества. ОМЧ для образцов мяса с экстрактом толокнянки увеличилось до 10^2 КОЕ/г на шестой день и до 10^3 КОЕ/г – на девятый. Наибольший интерес представил образец мяса с экстрактом цветков ромашки: все исследуемые показатели оставались в норме в течение девяти дней, микробиологической обсемененности не произошло. В связи с этим данный экстракт может быть рекомендован в качестве антимикробного агента для пищевых продуктов. Результаты представлены в табл. 4.

В случае хранения контрольных образцов птицы наблюдается аналогичная картина: с течением времени происходит ухудшение показателей микробиологической чистоты с пиком на девятый день исследования. Также в контрольном образце в заключительный день были обнаружены дрожжи/грибы. Применение экстрактов лекарственных трав в рецептурах полуфабрикатов приводит к подавлению роста патогенной микрофлоры. Так, в образцах птицы с экстрактом душицы небольшое количество БГКП, стафилококка и сальмонеллы (10^3 КОЕ/г) обнаружено лишь на девятый день исследования. Образцы птицы с экстрактом шалфея и экстрактом эвкалипта оказались микробиологически чистыми на протяжении всего периода эксперимента. Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 4. Влияние экстрактов лекарственных трав на микробиологическую порчу свинины

Table 4. Influence of herbal extracts on microbiological spoilage of pork

Объект исследования (животное сырье + + экстракт)	Продолжительность хранения образцов, дней	Содержание, КОЕ/г				
		БГКП	Дрожжи / грибы	ОМЧ	Сальмонелла	Стафилококк
Контроль	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^2	10^1	10^1
	6	10^2	10^1	10^3	10^2	10^2
	9	10^3	10^1	10^5	10^3	10^3
Горец птичий	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^2	10^1	10^1
	6	10^2	10^1	10^3	10^2	10^2
	9	10^3	10^1	10^5	10^3	10^3
Календулы цветки	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	6	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	9	10^2	10^1	10^2	10^2	10^2
Ромашка цветки	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	6	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	9	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
Толокнянка	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	6	10^1	10^1	10^2	10^1	10^1
	9	10^2	10^1	10^3	10^2	10^2

Примечание к табл. 4–6. 10^1 – колония микроорганизмов отсутствует, 10^2 – колония небольшая, 10^3 – 10^5 – колония большая, 10^6 – 10^7 – колония очень большая.

При хранении контрольных образцов рыбы также наблюдалось постепенное увеличение обсемененности по изучаемым показателям с пиком на девятый день. Наибольший эффект наблюдался при обработке рыбы экстрактом чабреца: выявлен рост БГКП, сальмонеллы и стафилококка до 10^2 КОЕ/г на девятый день и общего микробного числа до 10^2 КОЕ/г на шестой и

девятый день. Экстракт листьев брусники проявил активность лишь по отношению к сальмонелле, уменьшая ее рост с 10^3 КОЕ/г до 10^2 КОЕ/г на шестой день и с 10^5 КОЕ/г до 10^2 КОЕ/г – на девятый. Экстракт череды не вызвал подавления роста патогенной микрофлоры, но и не увеличил его по сравнению с контрольным образцом (табл. 6).

Таблица 5. Влияние экстрактов лекарственных трав на микробиологическую порчу мяса птицы

Table 5. Influence of herbal extracts on microbiological spoilage of poultry meat

Объект исследования (животное сырье + + экстракт)	Продолжительность хранения образцов, дней	Содержание, КОЕ/г				
		БГКП	Дрожжи / грибы	ОМЧ	Сальмонелла	Стафилококк
Контроль	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^2	10^1	10^1
	6	10^2	10^1	10^3	10^2	10^2
	9	10^3	10^2	10^5	10^3	10^3
Душица	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	6	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	9	10^2	10^1	10^1	10^3	10^2
Шалфей	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	6	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	9	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
Эвкалипт	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	6	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	9	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1

Таблица 6. Влияние экстрактов лекарственных трав на микробиологическую порчу рыбы

Table 6. Influence of herbal extracts on microbiological spoilage of fish

Объект исследования (животное сырье + + экстракт)	Продолжительность хранения образцов, дней	Содержание, КОЕ/г				
		БГКП	Дрожжи / грибы	ОМЧ	Сальмонелла	Стафилококк
Контроль	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^2	10^1	10^1
	6	10^3	10^1	10^3	10^2	10^2
	9	10^4	10^2	10^5	10^3	10^3
Черёда	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^2	10^1	10^1
	6	10^3	10^1	10^3	10^2	10^2
	9	10^4	10^2	10^5	10^3	10^3
Чабрец	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	6	10^1	10^1	10^2	10^1	10^2
	9	10^2	10^1	10^2	10^2	10^2
Брусника листья	0	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
	3	10^1	10^1	10^2	10^1	10^1
	6	10^3	10^1	10^2	10^2	10^2
	9	10^3	10^1	10^2	10^2	10^2

ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе исследования установлено:

– наибольшее количество биологически активных веществ – фенольных веществ и флавоноидов соответственно, содержат экстракты: шалфея – 1138 ± 57 мг ГК/100 г и 537 ± 25 мг К/100 г; эвкалипта – 1073 ± 49 мг ГК/100 г и 412 ± 20 мг К/100 г; цветков ромашки – 1002 ± 36 мг ГК/100 г и 493 ± 22 мг К/100 г; душицы – 1015 ± 42 мг ГК/100 г и 458 ± 21 мг

К/100 г. Также экстракты шалфея, эвкалипта и ромашки проявляют наибольшую активность среди исследуемых объектов по показателям антиоксидантной активности по методам DPPH и FRAP;

– большинство анализируемых экстрактов не влияют или влияют в незначительной степени на органолептические свойства готовых продуктов. Поскольку экстракт эвкалипта имеет ярко-выраженные вкусо-ароматические свойства, приводящие к негативному изменению вкуса блюд, в

которых он присутствует, его использование в качестве компонента пищевых продуктов нежелательно;

– полное подавление роста патогенных микроорганизмов в пищевых системах при исследуемых условиях проявляют также экстракты цветков ромашки, шалфея и эвкалипта. Однако экстракт эвкалипта из-за искажения вкусовых

свойств мяса, птицы и рыбы при выбранных условиях не может применяться в качестве антибактериального агента;

– значительное сокращение роста микрофлоры происходит при обработке животного сырья экстрактами цветков календулы, душицы, чабреца.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Pallett A., Hand K. Complicated urinary tract infections: practical solutions for the treatment of multiresistant Gram-negative bacteria // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2010. Vol. 65, no. 3. P. iii25–iii33. <https://doi.org/10.1093/jac/dkq298>.
2. Tchinda C. F., Voukeng I. K., Beng V. P., Kuete V. Antibacterial activities of the methanol extracts of *Albizia adianthifolia*, *Alchornea laxiflora*, *Laportea ovalifolia* and three other Cameroonian plants against multi-drug resistant Gram-negative bacteria // *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2017. Vol. 24, no. 4. P. 950–955. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.033>.
3. Cowan M.M. Plant products as antimicrobial agents // *Clinical Microbiology Reviews*. 1999. Vol. 12, no. 4. P. 564–582. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>.
4. Ibrahim N., Kebede A. In vitro antibacterial activities of methanol and aqueous leave extracts of selected medicinal plants against human pathogenic bacteria // *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2020. Vol. 27, no. 9. P. 2261–2268. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.047>.
5. Zaidan M. R. S., Noor Rain A., Badrul A. R., Adlin A., Norazah A., Zakiah I. *In vitro* screening of five local medicinal plants for antibacterial activity using disc diffusion method // *Tropical Biomedicine*. 2005. Vol. 22, no. 2. P. 165–170.
6. Mostafa A. A., Al-Askar A. A., Almaary K. S., Dawoud T. M., Sholkamy E. N., Bakri M. M. Antimicrobial activity of some plant extracts against bacterial strains causing food poisoning diseases // *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2018. Vol. 25, no. 2. P. 361–366. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.02.004>.
7. Singh S. K., Vishnoi R., Dhingra G. K., Kishor K. Antibacterial activity of leaf extracts of some selected traditional medicinal plants of Uttarakhand, North East India // *Journal of Applied and Natural Science*. 2012. Vol. 4, no. 1. P. 47–50. <https://doi.org/10.31018/jans.v4i1.220>.
8. Muhialdin B.J., Kadum H., Fathallah S., Meor Hussin A. S. Metabolomics profiling and antibacterial activity of fermented ginger paste extends the shelf life of hicken meat // *LWT – Food Science and Technology*. 2020. Vol. 132. P. 109897. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109897>.
9. Omer M. K., Álvarez-Ordoñez A., Prieto M., Skjerve E., Asehun T., Alvseike O. A. A systematic review of bacterial foodborne outbreaks related to red meat and meat products // *Foodborne Pathogens and Disease*. 2018. Vol. 15, no. 10. P. 598–611. <https://doi.org/10.1089/fpd.2017.2393>.
10. Loukieh M., Mouannes E., Jaoudeh C. J. A., Wakim L. H., Fancello F., Zeidan M. B., et. al. Street foods in Beirut city: An assessment of the food safety practices and of the microbiological quality // *Journal of Food Safety*. 2018. Vol. 38, no. 3. P. e12455. <https://doi.org/10.1111/jfs.12455>.
11. Gaulin C., Fiset M., Duchesne C., Ramsay D., Savard N., Urbanek A., et al. Scientific writing: Salmonella thompson outbreak associated with consumption of chicken shawarma and the usefulness of genome sequencing in the investigation // *Canada Communicable Disease Report*. 2017. Vol. 43, no. 9. P. 186–192. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v43i09a05>.
12. Cagri-Mehmetoglu A. Food safety challenges associated with traditional foods of Turkey // *Food Science and Technology*. 2018. Vol. 38, no. 1. 12 p. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.36916>.
13. Gupta S., Ravishankar S. A comparison of the antimicrobial activity of garlic, ginger, carrot, and turmeric pastes against *Escherichia coli* O157: H7 in laboratory buffer and ground beef // *Foodborne Pathogens and Disease*. 2005. Vol. 2, no. 4. P. 330–340. <https://doi.org/10.1089/fpd.2005.2.330>.
14. Ahhmed A., Özcan C., Karaman S., Öztürk I., Çam M., Fayemi P. O., et al. Utilization of fermented soybeans paste as flavoring lamination for Turkish dry-cured meat // *Meat Science*. 2017. Vol. 127. P. 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.12.011>.
15. Gebashe F., Aremu A. O., Gruz J., Finnie J. F., Van Staden J. Phytochemical profiles and antioxidant activity of grasses used in South African traditional medicine // *Plants*. 2020. Vol. 9, no. 3. P. 371. <https://doi.org/10.3390/plants9030371>.
16. Teleszko M., Wojdyło A. Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential between selected edible fruits and their leaves // *Journal of Functional Foods*. 2015. Vol. 14. P. 736–746. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.041>.
17. M'arquez-Rodríguez A. S., Nevárez-Baca S., Lerma-Hernández J. C., Hernández-Ochoa L. R., Nevárez-Moorillon G. V., Gutiérrez-Méndez N., et. al. In vitro antibacterial activity of *Hibiscus sabdariffa* L. phenolic extract and its in situ application on shelf-life of beef meat // *Foods*. 2020. Vol. 9, no. 8. P. 1080. <https://doi.org/10.3390/foods9081080>.
18. McMurray R.L., Ball M. E. E., Tunney M. M., Corcionivoschi N., Situ C. Antibacterial activity of four plant extracts extracted from traditional chinese

medicinal plants against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, and *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Enteritidis* // *Microorganisms*. 2020. Vol. 8, no. 6. P. 962. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060962>.

19. BouarabChibane L., Degraeve P., Ferhout H., Bouajila J., Oulahal N. Plant antimicrobial polyphenols as potential natural food preservatives // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. Vol. 99, no. 4. P. 1457–1474. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9357>.

20. Efenberger-Szmechtyk M., Nowak A., Czyżowska A., Kucharska A. Z., Fecka I. Composition and antibacterial activity of *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, *Cornus mas* L. and *Chaenomeles superba* Lindl. leaf extracts // *Molecules*. 2020. Vol.

25, no. 9. P. 2011. <https://doi.org/10.3390/molecules25092011>.

21. Еремеева Н. Б., Макарова Н. В., Игнатова Д. Ф., Бахарев В. В. Исследование потенциальных антиканцерогенных и антиоксидантных эффектов экстрактов из растительного сырья // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2020. Vol. 10, no. 4. P. 613–626. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-4-613-626>.

22. Eremeeva N. B., Makarova N. V., Zhidkova E. M., Maximova V. P., Lesova E. A. Ultrasonic and microwave activation of raspberry extract: antioxidant and anti-carcinogenic properties // *Foods and Raw Materials*. 2019. Vol. 7. No. 2. P. 264–273. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-2-264-273>.

REFERENCES

1. Pallett A., Hand K. Complicated urinary tract infections: practical solutions for the treatment of multiresistant Gram-negative bacteria. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2010;65(3):iii25–iii33. <https://doi.org/10.1093/jac/dkq298>.

2. Tchinda C. F., Voukeng I. K., Beng V. P., Kuete V. Antibacterial activities of the methanol extracts of *Albizia adianthifolia*, *Alchornea laxiflora*, *Laportea ovalifolia* and three other Cameroonian plants against multi-drug resistant Gram-negative bacteria. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2017;24(4): 950–955. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.033>.

3. Cowan M.M. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 1999;12(4): 564–582. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>.

4. Ibrahim N., Kebede A. In vitro antibacterial activities of methanol and aqueous leave extracts of selected medicinal plants against human pathogenic bacteria. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2020; 27(9):2261–2268. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.047>.

5. Zaidan M. R. S., Noor Rain A., Badrul A. R., Adlin A., Norazah A., Zakiah I. In vitro screening of five local medicinal plants for antibacterial activity using disc diffusion method. *Tropical Biomedicine*. 2005;22(2):165–170.

6. Mostafa A. A., Al-Askar A. A., Almaary K. S., Dawoud T. M., Sholkamy E. N., Bakri M. M. Antimicrobial activity of some plant extracts against bacterial strains causing food poisoning diseases. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2018;25(2):361–366. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.02.004>.

7. Singh S. K., Vishnoi R., Dhingra G. K., Kishor K. Antibacterial activity of leaf extracts of some selected traditional medicinal plants of Uttarakhand, North East India. *Journal of Applied and Natural Science*. 2012; 4(1):47–50. <https://doi.org/10.31018/jans.v4i1.220>.

8. Muhiyaldin B.J., Kadum H., Fathallah S., Meor Hussin A. S. Metabolomics profiling and antibacterial activity of fermented ginger paste extends the shelf life of chicken meat. *LWT – Food Science and Technology*. 2020;132:109897. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109897>.

16/j.lwt.2020.109897.

9. Omer M. K., Álvarez-Ordoñez A., Prieto M., Skjerve E., Asehun T., Alvseike O. A. A systematic review of bacterial foodborne outbreaks related to red meat and meat products. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2018;15(10):598–611. <https://doi.org/10.1089/fpd.2017.2393>.

10. Loukieh M., Mouannes E., Jaoudeh C. J. A., Wakim L. H., Fancello F., Zeidan M. B., et al. Street foods in Beirut city: An assessment of the food safety practices and of the microbiological quality. *Journal of Food Safety*. 2018;38(3):e12455. <https://doi.org/10.1111/jfs.12455>.

11. Gaulin C., Fiset M., Duchesne C., Ramsay D., Savard N., Urbanek A., et al. Scientific writing: *Salmonella thompson* outbreak associated with consumption of chicken shawarma and the usefulness of genome sequencing in the investigation. *Canada Communicable Disease Report*. 2017;43(9):186–192. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v43i09a05>.

12. Cagri-Mehmetoglu A. Food safety challenges associated with traditional foods of Turkey. *Food Science and Technology*. 2018;38(1). 12 p. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.36916>.

13. Gupta S., Ravishankar S. A comparison of the antimicrobial activity of garlic, ginger, carrot, and turmeric pastes against *Escherichia coli* O157: H7 in laboratory buffer and ground beef. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2005;2(4):330–340. <https://doi.org/10.1089/fpd.2005.2.330>.

14. Ahmmed A., Özcan C., Karaman S., Öztürk I., Çam M., Fayemi P. O., et al. Utilization of fermented soybeans paste as flavoring lamination for Turkish dry-cured meat. *Meat Science*. 2017;127:35–44. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.12.011>.

15. Gebashe F., Aremu A. O., Gruz J., Finnie J. F., Van Staden J. Phytochemical profiles and antioxidant activity of grasses used in South African traditional medicine. *Plants*. 2020;9(3):371. <https://doi.org/10.3390/plants9030371>.

16. Teleszko M., Wojdyło A. Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential be-

tween selected edible fruits and their leaves. *Journal of Functional Foods*. 2015;14:736–746. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.041>.

17. Márquez-Rodríguez A. S., Nevárez-Baca S., Lerma-Hernández J. C., Hernández-Ochoa L. R., Nevárez-Moorillon G. V., Gutiérrez-Méndez N., et al. In vitro antibacterial activity of Hibiscus sabdariffa L. phenolic extract and its in situ application on shelf-life of beef meat. *Foods*. 2020;9(8):1080. <https://doi.org/10.3390/foods9081080>.

18. McMurray R.L., Ball M. E. E., Tunney M. M., Corcionivoschi N., Situ C. Antibacterial activity of four plant extracts extracted from traditional chinese medicinal plants against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, and *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Enteritidis*. *Microorganisms*. 2020;8(6):962. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060962>.

19. BouarabChibane L., Degraeve P., Ferhout H., Bouajila J., Oulahal N. Plant antimicrobial polyphenols as potential natural food preservatives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019;99(4):

1457–1474. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9357>.

20. Efenberger-Szmechtyk M., Nowak A., Czyżowska A., Kucharska A. Z., Fecka I. Composition and antibacterial activity of *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, *Cornus mas* L. and *Chaenomeles superba* Lindl. leaf extracts. *Molecules*. 2020;25(9):2011. <https://doi.org/10.3390/molecules25092011>.

21. Eremeeva N. B., Makarova N. V., Ignatova D. F., Bakharev V. V. Study of potential anti-carcinogenic and antioxidant effects of plant extracts. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2020;10(4):613–626. (In Russian). <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-4-613-626>.

22. Eremeeva N. B., Makarova N. V., Zhidkova E. M., Maximova V. P., Lesova E. A. Ultrasonic and microwave activation of raspberry extract: antioxidant and anti-carcinogenic properties. *Foods and Raw Materials*. 2019;7(2):264–273. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-2-264-273>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Н. Б. Еремеева,

к.т.н., доцент,
Университет ИТМО,
197101, г. С.-Петербург, Кронверкский пр-т, 49,
Российская Федерация,
eremeeva.itmo@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9632-6296>

Н. В. Макарова,

д.х.н., профессор, заведующая кафедрой
технологии и организации общественного
питания,
Самарский государственный технический
университет,
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
Российская Федерация,
makarovnv1969@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0112-0085>

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Поступила в редакцию 13.10.2021.
Одобрена после рецензирования 15.11.2021.
Принята к публикации 30.11.2021.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalya B. Eremeeva,

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
ITMO University,
49, Kronverkskii Ave., St. Petersburg, 191002,
Russian Federation,
e-mail: eremeeva.itmo@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9632-6296>

Nadezhda V. Makarova,

Dr. Sci. (Chemistry), Professor,
Head of Department of Technology
and Organization of Catering,
Samara State Technical University,
244, Molodogvardeiskaya St., Samara, 443100,
Russian Federation,
makarovnv1969@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0112-0085>

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 13.10.2021.
Approved after reviewing 15.11.2021.
Accepted for publication 30.11.2021.