

Х.М. Элькаиб, В.Н. Леонтьев

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЛИВИИ, ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОТ МИКРОБНОЙ ПОРЧИ

Аннотация: В работе представлены результаты исследований экстрактов лекарственных растений, произрастающих в Ливии, по содержанию и идентификации флавоноидов, а также антимикробной активности по отношению к бактериям рода *Pseudomonas*, вызывающих порчу пищевых продуктов. Показано, что наивысшей антибактериальной активностью обладает водно-спиртовой экстракт ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*), в первую очередь, за счет содержащегося в нем кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид. Из водно-спиртового экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) с помощью Sephadex-LH60 выделена активная фракция, содержащая кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид. Показано антимикробное действие активной фракции на образцах говядины, свинины, мяса птицы и рыбы, инфицированных бактериями *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* или спонтанно развивающейся микробиотой.

Ключевые слова: пищевые продукты, микробная контаминация, лекарственные растения, экстракты, бактерии *Pseudomonas aeruginosa* и *Pseudomonas fluorescens*, ладанник шалфеелистный (*Cistus salviifolius*), кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид

H.M. Elkaib, V.N. Leontiev

Educational institution “Belarusian State Technological University”,
Minsk, Republic of Belarus

LIBYAN MEDICINAL PLANTS EXTRACTS APPLICATION IN FOOD PROTECTION FROM MICROBIAL SPOILAGE

Abstract: The results of Libyan medicinal plants extracts study in terms of flavonoids content, identification and antimicrobial activity against food spoilage bacteria *Pseudomonas* are presented in this work. It has been shown that aqueous ethanol extract of Sage-leaved Rockrose (*Cistus salviifolius*) possesses the highest antibacterial activity, primarily due to it kempferol-3-β-D-glucopyranoside contain. Active fraction with kappeprole-3-β-D-glucopyranoside was isolated from Sage-leaved Rockrose (*Cistus salviifolius*) aqueous ethanol extract with the use of Sephadex-LH60. The active fraction antimicrobial effect has been demonstrated on beef, pork, poultry and fish samples co-inoculated with *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, *Pseudomonas fluorescens* or spontaneously grown microbiota.

Keywords: food products, microbial contamination, medicinal plants, extracts, *Pseudomonas aeruginosa* and *Pseudomonas fluorescens* bacteria, Sage-leaved Rockrose (*Cistus salviifolius*), kempferol-3-β-D-glucopyranoside

Введение. Микробная контаминация пищевых продуктов является основной причиной порчи продовольствия [1, 2]. Среди микроорганизмов, вызывающих порчу пищевых продуктов, доминирующими являются бактерии рода *Pseudomonas* [3, 4].

Для сохранения пищевых продуктов применяют охлаждение, консервирование, соление, копчение и др. методы. Препятствуют микробной контаминации эфирные масла пряно-ароматических растений [5]. В последние годы с целью расширения арсенала средств наблюдается интерес к лекарственным растениям в качестве источников веществ, угнетающих рост микроорганизмов [6, 7]. К таким веществам относятся полифенольные соединения [8], эфирные масла [9], алкалоиды [10], дубильные вещества [11] и др. Накопление таких веществ, называемых вторичными метаболитами, в лекарственных растениях существенным образом зависит от климатических условий. В связи с этим лекарственные растения, произрастающие в Ливии, являются богатым источником биологически активных веществ. Для исследований были отобраны следующие растения: пажитник греческий (*Trigonella foenum-graecum* L), чабрец головчатый (*Thymus capitatus* L), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L),

шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L), ладанник шалфеелистный (*Cistus salviifolius*), отвары и настои которых в народной и официальной медицине многих стран применяются в качестве антисептических средств [12, 13, 14, 15].

Целью настоящей работы явился поиск лекарственного растения, произрастающего в Ливии и содержащего флавоны — лютеолин-7-О-глюкуронид или флавонолы — кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид, обуславливающих антимикробную активность по отношению к бактериям рода *Pseudomonas*, а также изучение возможности использования экстракта этого растения для защиты пищевых продуктов от микробной порчи.

Для решения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: идентифицировать флавоноиды в экстрактах лекарственных растений методом хромато-масс-спектрометрии, выбрать лекарственное растение, экстракт которого максимально угнетает рост и развитие бактерий рода *Pseudomonas*, выделить и идентифицировать бактерии рода *Pseudomonas*, вызывающие порчу пищевых продуктов, изучить антимикробные свойства экстракта лекарственного растения на образцах пищевых продуктов.

Методы. Хромато-масс-спектрометрический анализ водно-спиртовых экстрактов лекарственных растений для идентификации флавоноидов [16, 17] при помощи хромато-масс-спектрометра (Waters, США) с использованием колонки BDS HYPERSIL C₁₈ 250×4,6 мм, 5 мкм (Thermo Electron Corporation, США). Регистрацию хроматографического разделения осуществляли с помощью диодно-матричного детектора в диапазоне длин волн 200–700 нм и масс-детектора с электроспреей ионизацией (ESI). В качестве подвижной фазы использовали систему ацетонитрил:вода с 1 % муравьиной кислоты в соотношении 20:80 в изократическом режиме при скорости элюирования 1 мл/мин.

Антибактериальную активность водно-спиртовых экстрактов лекарственных растений определяли методом лунок в питательной агаризованной среде, засеянной суточными культурами *Pseudomonas aeruginosa* или *Pseudomonas fluorescens*. Появление прозрачных зон вокруг лунок свидетельствовало об антибактериальной активности экстракта. По среднему диаметру зон делали вывод об уровне антибактериальной активности.

Для фракционирования и последующей гидрофобной гель-хроматографии использовали Sephadex-LH60 [18]. Экстракт ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) в 50 %-ном этиловом спирте на фильтре Шотта с гелем Sephadex-LH60 разделяли на две фракции. Фракция I свободно проходила через гель, а фракцию II элюировали из геля 96 %-ным этиловым спиртом. Гель-хроматографию проводили на колонке 2,5×40 см с Sephadex-LH60 при скорости элюирования 0,2 мл/мин.

Результаты. Хромато-масс-спектрометрические исследования водно-спиртовых экстрактов пажитника греческого (*Trigonella foenum-graecum* L), чабреца головчатого (*Thymus capitatus* L), ромашки аптечной (*Matricaria chamomilla* L), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L), ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) позволили идентифицировать флавоноиды, представленные в таблице.

Лютеолин-7-О-глюкуронид и кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид обнаружены в экстрактах шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L) и ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) соответственно. Только для этих флавоноидов описана антимикробная активность по отношению к бактериям рода *Pseudomonas* [19, 20].

Исследования антибактериальной активности показали, что наиболее высокий ингибирующий эффект по отношению к бактериям рода *Pseudomonas* наблюдался у водно-спиртового экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*), поэтому все дальнейшие работы проводили с последним.

На рис. 1 представлена хроматограмма активной фракции I на колонке с гелем Sephadex-LH60.

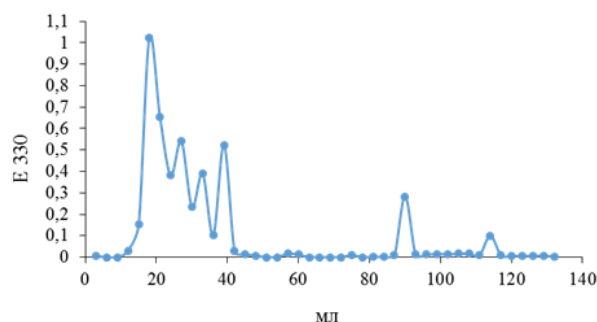


Рис. 1. Профиль элюирования компонентов активной фракции I
Fig. 1. The elution profile of the active fraction I components

Хроматографический пик с объемом выхода 90 мл принадлежит кемпферол-3-β-D-глюкопиранозиду (соответствует объему выхода стандартного образца кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид). Таким образом, данная методика может быть использована для препаративного выделения кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид из фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*).

Кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид при анализе методом тонкослойной хроматографии на пластинках с силикагелем в элюирующей системе изопропиловый спирт:гексан:уксусная кислота 10:1:0,5 имеет пятно с $R_f = 0,53$. Пятно с таким же значением R_f присутствует на хроматограмме раствора фракции I и на хроматограмме исходного экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*), но отсутствует на хроматограмме раствора фракции II.

Таблица. Идентификация флавоноидов в экстрактах отобранных лекарственных растений
Table. Identification of flavonoids in extracts of selected medicinal plants

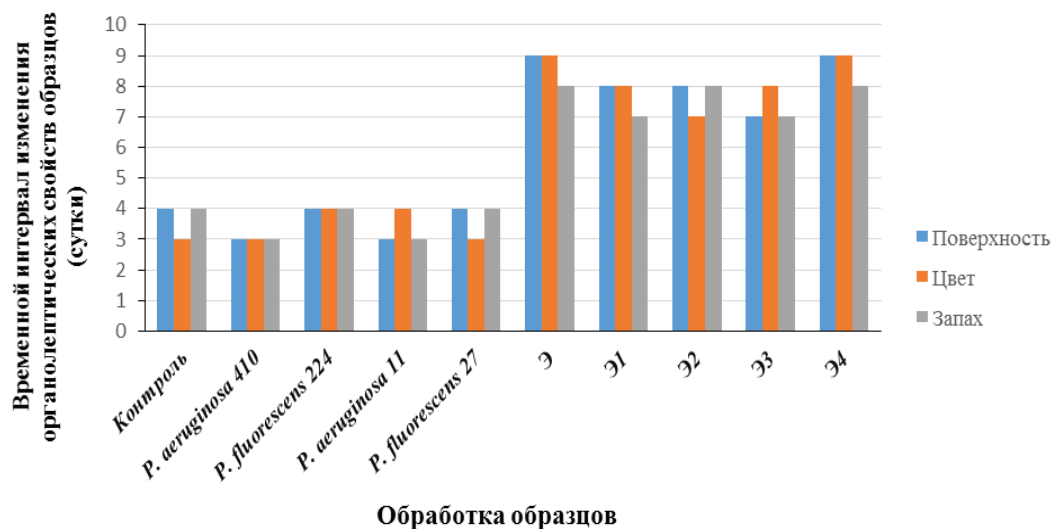
Лекарственное растение	Время удерживания, мин	Ионы, m/z	Идентифицированные флавоноиды
Пажитник греческий (<i>Trigonella foenum-graecum</i> L)	7,10	$[M+H]^+$, 449,49	Ориентин
	6,33	$[M-H_2O+H]^+$, 431,54	Изоориентин
	9,56	$[M+H]^+$, 433,52	Витексин
	10,23	$[M-H_2O+H]^+$, 415,51	Изовитексин
Чабрец головчатый (<i>Thymus capitatus</i> L)	21,98	$[M+H]^+$, 447,58; $[M-glu+H]^+$, 271,68	Байкалин
	12,41	$[M+H]^+$, 463,54	Скутелларин
	41,66	$[M+H]^+$, 289,62	Эриодиктиол
Ромашка аптечная (<i>Matricaria chamomilla</i> L)	9,40	$[M+H]^+$, 465,65	Кверцимеритрин
	34,63	$[M+H]^+$, 177,53	Герниарин
Шалфей лекарственный (<i>Salvia officinalis</i> L)	11,26	$[M+H]^+$, 463,61	Лютеолин-7-О-глюкуронид
	19,89	$[M+H]^+$, 609,62; $[M-2glu+H]^+$, 301,70	Диосмин
	21,98	$[M+H]^+$, 447,58; $[M-glu+H]^+$, 271,68	Байкалин
Ладанник шалфеелистный (<i>Cistus salviifolius</i>)	15,58	$[M+H]^+$, 449,82 ; $[M-glu+H]^+$, 287,78	Кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид

Анализ антибактериальной активности кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид, фракций I и II методом лунок в питательной агаризованной среде, засеянной суточными культурами *Pseudomonas aeruginosa* и *Pseudomonas fluorescens*, показал, что активностью обладают кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид и фракция I.

Для оценки эффективности защиты пищевых продуктов от микробной контаминации с помощью раствора активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) использовали штаммы бактерий рода *Pseudomonas*, выделенные нами из испорченных пищевых продуктов [21]. Кусочки рыбы, говядины, свинины и мяса птицы массой 2 г помещали в чашки Петри и инфицировали бактериями *Pseudomonas aeruginosa* 11, *Pseudomonas aeruginosa* 410, *Pseudomonas fluorescens* 27 и *Pseudomonas fluorescens* 224 и обрабатывали раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*). Затем чашки Петри с образцами помещали на хранение при 4 °C (9 сут.) и 30 °C (5 сут.).

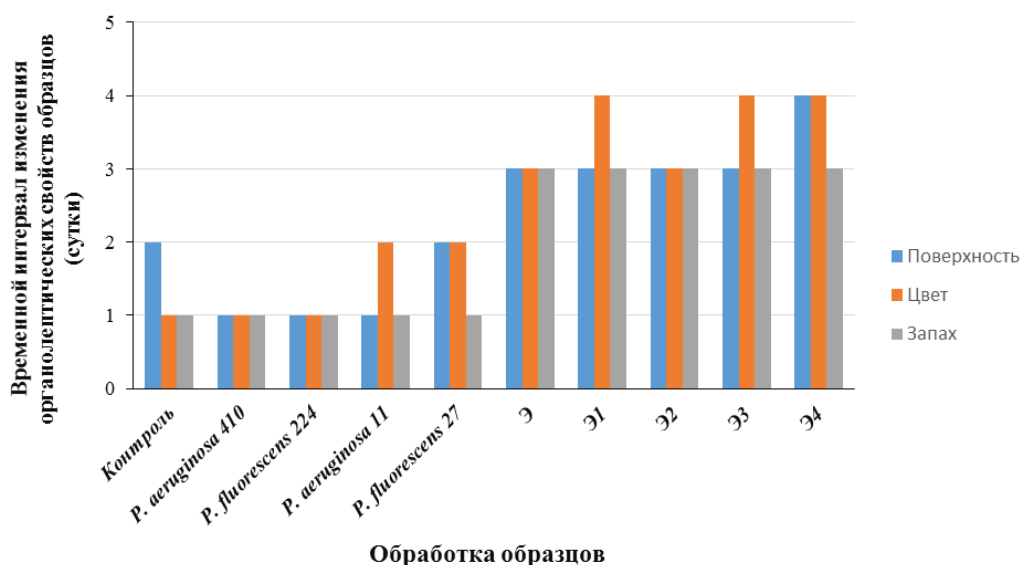
Образцы ежедневно анализировали по характеру поверхности, цвету и запаху. Определяли временные интервалы, в течение которых изменялись органолептические свойства. Результаты, отражающие изменение органолептических свойств образцов после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*), представлены на рис. 2–9.

Как видно из представленных результатов на рис. 2–9, при инфицировании образцов говядины, свинины, мяса птицы и рыбы бактериями *P. fluorescens*, *P. aeruginosa* или спонтанно развивающейся микробиотой (контроль) изменения состояния поверхности наблюдали на третьи сутки при инкубировании при 4 °C, и на первые — вторые при 30 °C. Запах у образцов появлялся на третьи сутки при 4 °C и на первые сутки при 30 °C. Изменения цвета образцов наблюдали на третьи — четвертые сутки при 4 °C и на первые — вторые сутки при 30 °C. Применение раствора активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного обеспечивало защиту образцов от микробной порчи в 1,75–4 раза при 4 °C и в 1,5–4 раза при 30 °C.



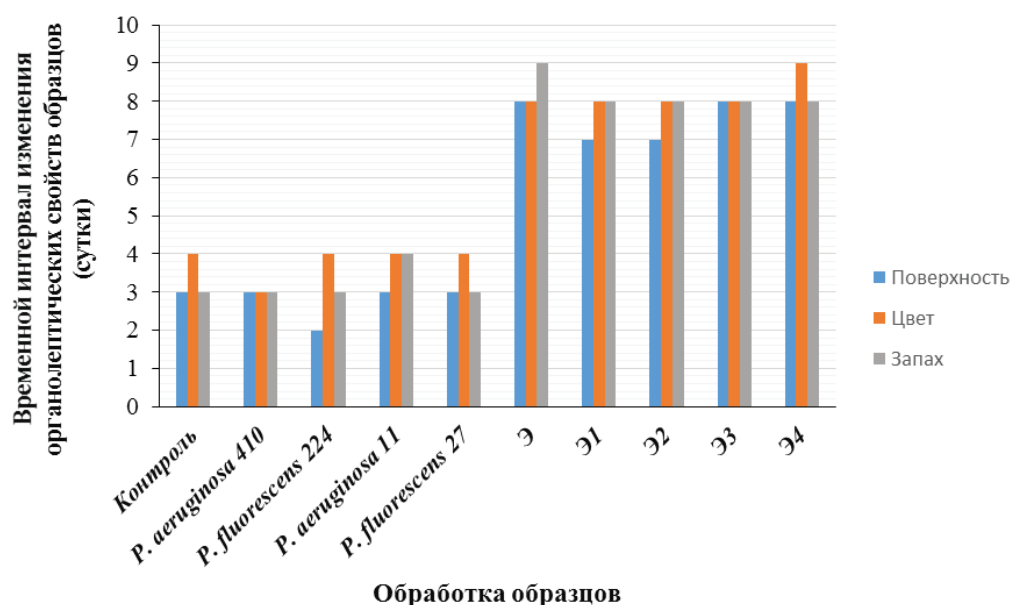
Э — фракция I, Э₁ — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ — фракция I+*P. aeruginosa* 410, Э₃ — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ — фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 2. Изменение органолептических свойств образцов говядины после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 4 °C):
Fig. 2. Change in the organoleptic properties of beef samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 4 °C)



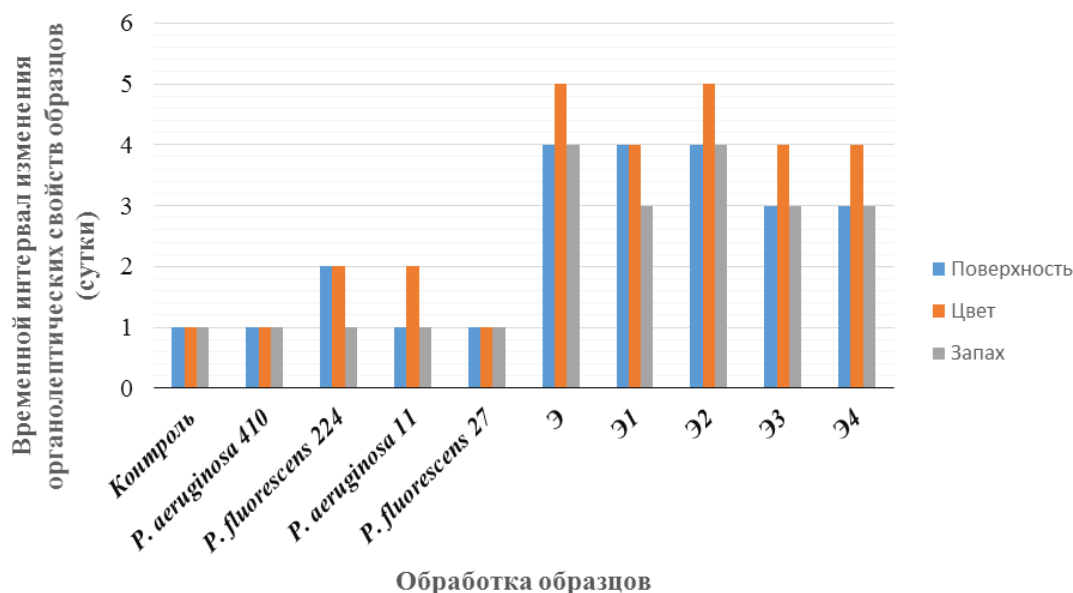
Э — фракция I, Э₁ — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ — фракция I+*P. aeruginosa* 410, Э₃ — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ — фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 3. Изменение органолептических свойств образцов говядины после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (30 °C)
Fig. 3. Change in the organoleptic properties of beef samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 30 °C)



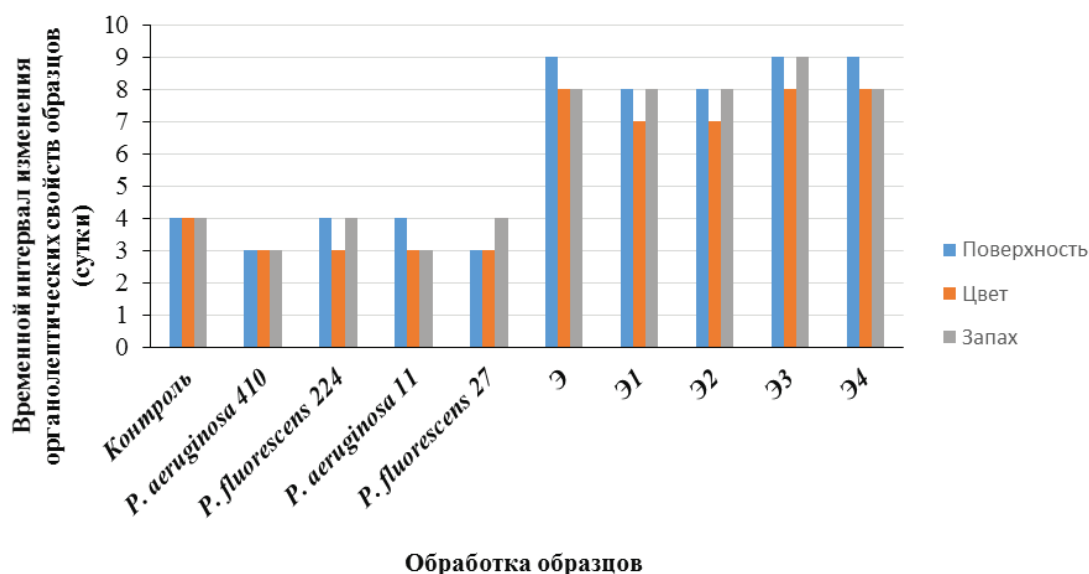
Э — фракция I, Э₁ — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ — фракция I+*P. aeruginosa* 410,
Э₃ — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ — фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 4. Изменение органолептических свойств образцов свинины после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 4 °С)
Fig. 4. Change in the organoleptic properties of pork samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 4 °C)



Э — фракция I, Э₁ — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ — фракция I+*P. aeruginosa* 410,
Э₃ — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ — фракция I+ *P. aeruginosa* 11

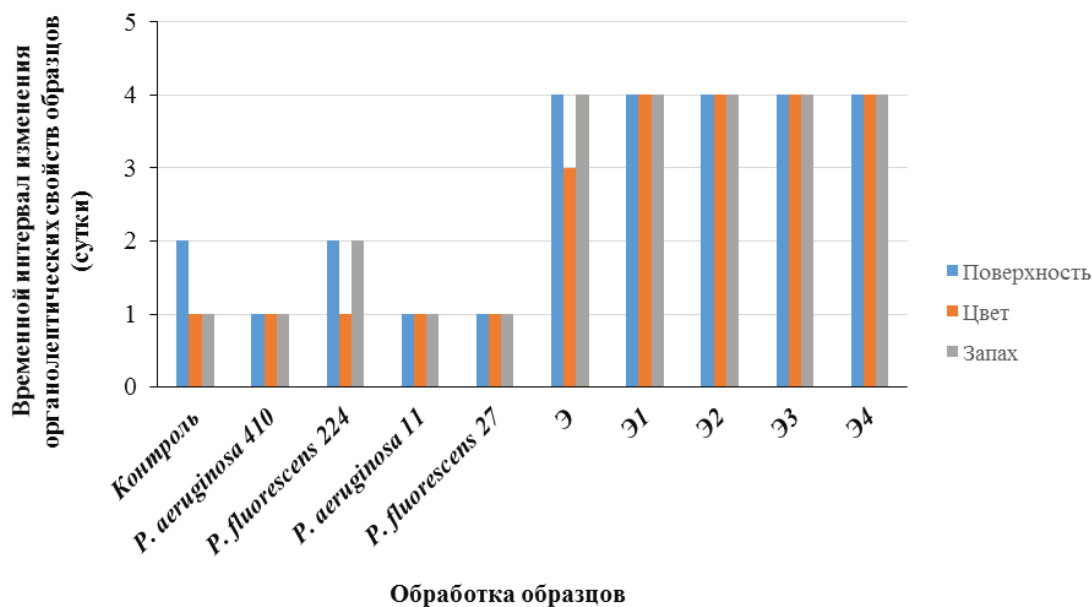
Рис. 5. Изменение органолептических свойств образцов свинины после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (30 °С)
Fig. 5. Change in the organoleptic properties of pork samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 30 °C)



Э — фракция I, Э1 — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э2 — фракция I+*P. aeruginosa* 410, Э3 — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э4 —фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 6. Изменение органолептических свойств образцов мяса птицы после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 4°C)

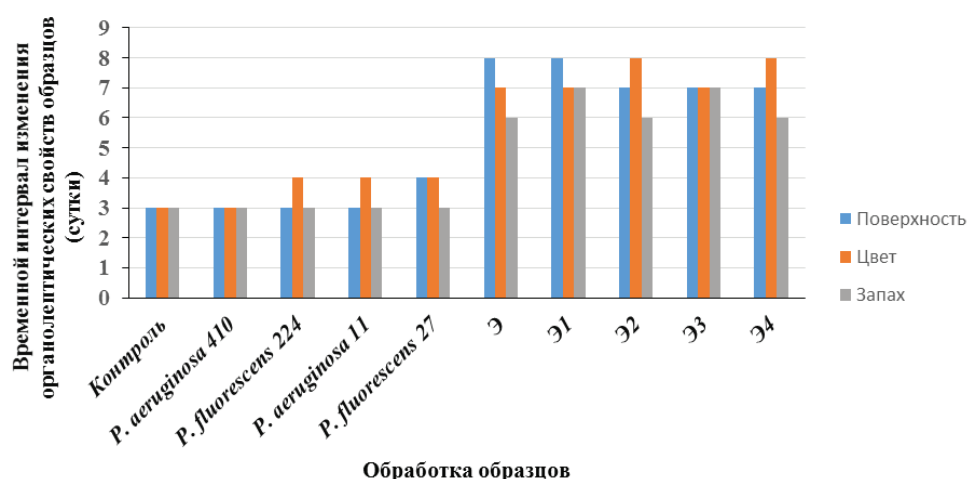
Fig. 6. Change in the organoleptic properties of poultry samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 4°C)



Э — фракция I, Э1 — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э2 — фракция I+*P. aeruginosa* 410, Э3 — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э4 —фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 7. Изменение органолептических свойств образцов мяса птицы после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (30 °С)

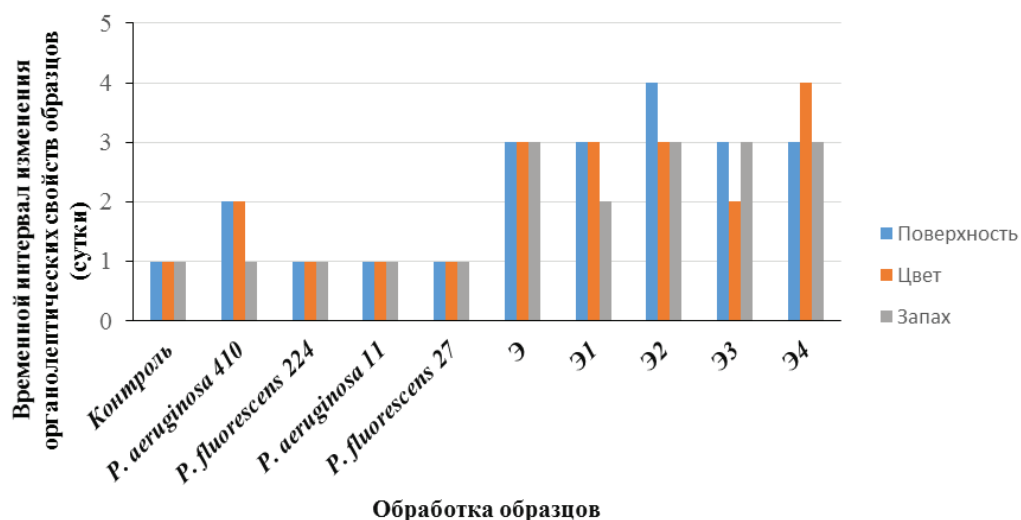
Fig. 7. Change in the organoleptic properties of poultry samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 30 °С)



Э — фракция I, Э₁ — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ — фракция I+*P. aeruginosa* 410,
Э₃ — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ — фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 8. Изменение органолептических свойств образцов рыбы после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 4 °C)

Fig. 8. Change in the organoleptic properties of fish samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 4 °C)



Э — фракция I, Э₁ — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ — фракция I+*P. aeruginosa* 410,
Э₃ — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ — фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 9. Изменение органолептических свойств образцов рыбы после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 30 °C)

Fig. 9. Change in the organoleptic properties of fish samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 30 °C)

Таким образом, выполненные исследования показали высокую эффективность раствора активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного в защите образцов говядины, свинины, мяса птицы и рыбы от микробной порчи. Активная фракция I экстракта ладанника шалфеелистного может быть использована для создания препарата, предназначенного для защиты пищевых продуктов от микробной порчи.

Список использованных источников

1. Леонтьев, В.Н. Порча пищевых продуктов: виды, причины и способы предотвращения / В.Н. Леонтьев, Х.М. Элькаиб, А.Э. Эльхедми // Труды БГУ, Т. 8, ч. 1 : сб. ст. / Белорус. гос. ун-т. — Минск, 2013. — С. 125–130.
2. Блекберн, К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов / К. де В. Блекберн (ред.). — пер. с англ. — СПб. : Профессия, 2008. — 784 с.
3. Бороздина, И.Б. Сравнительная характеристика бактерий рода *Pseudomonas* при культивировании на искусственных питательных средах / И.Б. Бороздина // Вестник ВГУ, № 2 : сб. ст. / Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж, 2010. — С. 67–71.
4. Эльхедми, А.Э. Бактериофаги бактерий рода *Pseudomonas* для защиты белоксодержащих продуктов от микробной контаминации: дис. ... канд. биол. наук : 03.02.03 / А.Э. Эльхедми. — Минск, 2017. — 98 л.
5. Иоргачева, Е.Г. Потенциал лекарственных, пряно-ароматических растений в повышении качества пшеничного хлеба / Е.Г. Иоргачева, Т.Е. Лебедеко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — Т. 2, № 12. — С. 101–108.
6. Дудчик, Н.В. Антимикробные свойства биологически активных веществ растений и методы их оценки / Н.В. Дудчик, В.В. Шевляков. — Минск : Республиканский институт высшей школы, 2014. — 165 с.
7. Van Wyk, B.-E. Medicinal plants of the world / B.-E. Van Wyk, M. Wink. — Wallingford : Centre for Agriculture and Biosciences International, 2017. — 520 p.
8. Антибактериальная активность полифенольных соединений, выделенных из растений семейств, *Geraniaceae* и *Rosaceae* / В.С. Никитина [и др.]. // Прикладная биохимия и микробиология. — 2007. — Т. 43, № 6. — С. 705–712.
9. Kalembe, D.A.A.K. Antibacterial and antifungal properties of essential oils / D.A.A.K. Kalembe, A. Kunicka // Current medicinal chemistry. — 2003. — Vol. 10, № 10. — P. 813–829.
10. Харько, И.А. Антимикробная активность лекарственного растительного сырья, содержащего изохинолиновые алкалоиды / И.А. Харько [и др.]. // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации : материалы 72 науч. сес. сотр. ун-та, Витебск, 25–26 января 2017 г. / Витебск. гос. мед. ун-т. — Витебск, 2017. — С. 310–312.
11. Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus* / H. Akiyama [et al.]. // Journal of antimicrobial chemotherapy. — 2001. — Vol. 48, № 4. — P. 487–491.
12. Пастушенков, Л.В. Лекарственные растения. Использование в народной медицине и в быту / Л.В. Пастушенков, А.Л. Пастушенков, В.Л. Пастушенков. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. — 464 с.
13. Rios, J.L. Medicinal plants and antimicrobial activity / J.L. Rios, M.C. Recio // Journal of ethnopharmacology. — 2005. — Vol. 100, iss. 1–2. — P. 80–84.
14. Носов, А.М. Лекарственные растения официальной и народной медицины / А.М. Носов. — Москва : Эксмо, 2005. — 800 с.
15. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants / S. S. Ali [et al.]. // Food Research International. — 2008. — Vol. 41, iss. 1. — P. 1–15.
16. Хромато-масс-спектрометрический анализ эвкалипта прутовидного (*Eucalypti viminalis* Labill) с использованием различных способов пробоподготовки / Л.В. Павлова [и др.]. // Аналитика и контроль. — 2013. — Т. 17, № 3. — С. 304–313.
17. Идентификация и количественное определение основных биологически активных веществ травы пустырника с помощью ВЭЖХ-масс-спектрометрии / А.А. Жогова [и др.]. // Химико-фармацевтический журнал. — 2014. — Т. 48, № 7. — С. 35–40.
18. Identification and structure–activity relationship of gallotannins separated from *Galla chinensis* / L.V. Pavlova [et al.]. // LWT-Food Science and Technology. — 2009. — Vol. 42, iss. 7. — P. 1289–1295.
19. Mary, S.J. Antibacterial activity of kaempferol–3-O-glucoside / S.J. Mary, A.J. Merina // International journal of scientific research. — 2014. — Vol. 3, iss. 5. — P. 46–47.

20. Antimicrobial activities of phenolic containing extracts of some tropical vegetables / S.O. Salawu // African Journal of Pharmacy and Pharmacology. — 2011. — Vol. 5, iss. 4. — P. 486–492.
21. Элькаиб, Х.М. Характеристика бактерий рода *Pseudomonas* выделенных из различных пищевых продуктов, молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ / Х.М. Элькаиб, В.Н. Леонтьев // Молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ : материалы Международной научно-практической конференции (20–23 сентября 2017 г.) / БГУ, СКФУ, САФУ; сост.: В. П. Курченко, А.Д. Лодыгин. — Минск — Ставрополь : Белорусский государственный университет, Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — С. 286–291.

Reference

1. Lyeontyev V.N., Elkaib Kh.M., Elhyedmi A.E. Porcha pishchyevykh produktov: vidu, prichiny i sposoby pryedotvrashchyniya. Trudy BGU, 2013, tom 8, chast. 1, pp. 125–130.
2. Kliv Dye V. Blekbirn. Mikrobiologichyetskaya porchi pishchyevykh produktov. [woodhead publishing limited] kyembridzh, 2008, 784 p.
3. Borozdina N.B. Sravnityelnaya kharakteristika bakteryi roda *Pseudomonas* pri kultivirovani na iskusstvyennykh pitatnykh sredakh, Vvestnik VGU, 2010, № 2, pp. 67–71.
4. Elkhiedmi, A.E.A. Bakteriiofagi bakteryi roda *Pseudomonas* dlya zashchity byelokodiyerzhashchikh produktov ot mikrobnoy kontaminatsii: dis. kond. biol. nauk. Minsk, 2017. 98 p.
5. Iorgachyeva Ye.G., Lyebyedenko T.Ye. Potentsial lyekarstvyennykh, pryano-aponatichyeskikh rastenyi v povyshenii kachestva pchyenichnogo khliba. Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal pyeryedovykh tyekhnologiy, 2014, tom 2, № 12, pp. 101–108.
6. Dudchik N.V., Chyevlyakov V.V. Antimikrobnyye svoystvy biologichyeshi aktivnykh vyeshchyestv hastenyi I metody ikh otsyenyi [Ryepublikanskiy institut vysshchey shkoly], Minsk, 2014, 165 p.
7. Van Wyk B.E., Michael W. Medicinal plants of the world [Centre for Agriculture and Biosciences International]. Wallingford, 2017, 520 p.
8. Nikitina V.S., Kuzmina L.Yu., Melentiev A.I., Shendel' G.V. Antibaktyerial'naya aktivnost' polifyenol'nykh soyedyneni, vydyelenykh iz rastenyi cyevyeystv, *Geraniaceae* i *Rosaceae*, prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya, 2007, tom 43, № 6, pp. 705–712.
9. Kalembe D.A.A.K., Kunicka A., Antibacterial and antifungal properties of essential oils, Current medicinal chemistry, 2003, vol. 10, № 10, pp. 813–829.
10. Kharkov I.A., Moisyeyev A.M., Zhyelyeznya, N.V., Moisyeyev D.V., Antibaktyerial'naya aktivnost' lyekarstvyennogo rastitel'nogo syr'ya, soyderzhashcheygo izkfinokinovyye alkaloidy, dostizhyeniya fundamyental'noy, klinichyeskoy myeditsiny i farmatsii: materialy 72-y nauch. syes. sotr. un-ta, yanv. Vitebsk, 2017, pp. 310–312.
11. Akiyama H., Fujii K., Yamasaki O., Oono T., Iwatsuki K. Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*, Journal of antimicrobial chemotherapy, 2001, vol. 48, № 4, pp. 487–491.
12. Pastushynkov L.V. Lyekarstvyennyye rasteniya. Ispolzovaniye v narodnoy myeditsinye [BKHV-Pyetyerburg]. Sankt-Pyetyerburg, 2012, 30 p.
13. Rios J.L., Recio M.C. Medicinal plants and antimicrobial activity. Journal of ethnopharmacology, 2005, vol. 100, iss. 1–2, pp. 80–84.
14. Nosov A.M. Lyekarstvyennyye rasteniya ofitsialnoy i narodnoy myeditsiny [Eksmo]. Moskva, 2005, 800 p.
15. Ali S.S., Kasaju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A., Bora U. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. Food Research International, 2008, vol. 41, № 1, pp. 1–15.
16. Pavlova L.V., Platonov I.A., Novikova E.A., Nikitchenko N.V. Khromato-mass-spyektromyetrycheskiy analiz evkalipta prutovidnogo (*Eucalypti viminalis* Labill) s ispolzovaniyem razlichnykh sposobov probopodgotovki. analitika i kontrol', 2013, tom 17, № 3, pp. 304–313.
17. Zhogova A.A., Pyerova I.B., Samylina I.A., Ellyer K.I., Ramyenskaya G.V. Idyentifikatsiya i kolichyestvennoye opryedyeleniye osnovnykh biologichyeshi aktivnykh vyeshchyestv travy pustyrnika

- s pomoshch'yu VEZhKh-mass-spyektrometrii. Himiko-farmatsyevticheskiy zhurnal, 2014, том 48, № 7, pp. 35–40.
18. Pavlova L.V., Platonov I.A., Novikova E.A., Nikitchenko N.V. Identification and structure – activity relationship of gallotannins separated from *Galla chinensis*. LWT-Food Science and Technology, 2009, vol. 42, iss. 7, pp. 1289–1295.
 19. Mary S.J., Merina A.J. Antibacterial activity of kaempferol–3-O-glucoside, international journal of scientific research, 2014, vol. 3, № 5, pp. 46–47.
 20. Salawu S.O., Ogundare A.O., Ola-Salawu B.B., Akindahunsi A.A. Antimicrobial activities of phenolic containing extracts of some tropical vegetables, African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2011, vol. 5, № 4, pp. 486–492.
 21. Elkaib Kh.M., Lyeontyev V.N. kharakteristika bakteryiy roda *Pseudomonas* vydyekyennekh iz razlichnykh pishcheyevykh produktov, molyekulyarno-gyenyeticheskiye i biotyekhnologichyeskiye osnovy poluchenyiya i primenyeniya sintyetichyeskikh i prirodnykh bnologichyeski aktivnykh vyeschyeectv: matyerialy mezhdunarodnoy nauchno-praktichyeskiy konfyeryentaii, Minsk, 2017, pp. 286–291.

Информация об авторах

Элькаиб Хоссам Мохамед — магистр биологических наук, стажер кафедры биотехнологии и биоэкологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: хусам83@mail.ru

Леонтьев Виктор Николаевич — кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой биотехнологии и биоэкологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: leontiev@belstu.by

Information about the authors

Elkaib Hossam Mohamed — Master of Biological Sciences, intern of the Department of Biotechnology and Bioecology of the educational institution “Belarusian State Technological University” (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: xycam83@mail.ru

Leontiev Viktor Nikolaevich — PhD (Chemistry), Assistant professor, Head of the Department of Biotechnology and Bioecology of the educational institution “Belarusian State Technological University” (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: leontiev@belstu.by