

Качественный и количественный анализ на содержание бензойной, салициловой, сорбиновой и глицирризиновой кислот в водном экстракте люцерны посевной

Алексей Н. Крячко¹ erakond@bk.ru  0000-0001-5673-9646

¹ Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты опытно-экспериментальных исследований по оценке содержания в водно-спиртовом экстракте люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) и в её конденсированном экстракте (БАД «Эраконд») бензойной, салициловой, сорбиновой и глицирризиновой кислот, относящихся к классу консервантов природного происхождения. Качественный и количественный анализ проводился методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографе Waters Breeze (Waters, США). Содержание кислот, наделённых антисептическими и фунгицидными свойствами, воздушно-сухом сырье люцерны посевной составило, мг/г: бензойной – $3,2 \pm 0,3$; салициловой – $1,8 \pm 0,2$; сорбиновой – $0,15 \pm 0,11$; глицирризиновой – $2,0 \pm 0,3$. Технология гидробарического экстрагирования, использованная в процессах промышленного производства биологически активной добавки «Эраконд» из люцерны посевной, обеспечила концентрирование анализируемых кислот в готовом препарате: содержание бензойной кислоты в БАД «Эраконд» составило $26,0 \pm 3,0$ мг/г, салициловой – $2,9 \pm 0,3$ мг/г, сорбиновой – $0,22 \pm 0,03$ мг/г, глицирризиновой – $5,2 \pm 0,6$ мг/г. Раскрыты механизмы реализации антиоксидантных свойств полифенольных соединений люцерны посевной, проявляющих синергидный консервирующий эффект совместно с идентифицированными органическими кислотами. Относительно высокая концентрация полифенольных соединений в «БАД Эраконд» (нарингенин – $0,05 \pm 0,0006$; рутин – 8 ± 3 ; ликуразид – $3,5 \pm 0,4$; кверцетин – $0,04 \pm 0,001$; физетин – $0,35 \pm 0,01$; нарингин – $0,5 \pm 0,0006$; дигидрокверцетин – $0,20 \pm 0,002$) обеспечивает высокую устойчивость эракондсодержащих продуктов питания при длительном хранении с сохранением пищевых, вкусовых и биологических свойств. Сочетанное антисептическое и антиоксидантное действие *in vitro* органических кислот, полифенольных соединений, эфирных масел, кумаринов и сапонинов растительного генеза обеспечивает эффективность применения натуральных консервантов в технологиях пищевой промышленности.

Ключевые слова: консерванты, органические кислоты, полифенольные соединения, экстракт люцерны, БАД «Эраконд»

Qualitative and quantitative analysis for the content of benzoic, salicylic, sorbic and glycyrrhizic acids in an aqueous extract of alfalfa

Aleksej N. Krjachko¹ erakond@bk.ru  0000-0001-5673-9646

¹ K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University), st. Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia

Abstract. The article presents the results of experimental studies on the assessment of the content of benzoic, salicylic, sorbic and glycyrrhizic acids in the aqueous-alcoholic extract of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and in its condensed extract (BAA «Erakond»), belonging to the class of preservatives of natural origin. Qualitative and quantitative analysis was carried out by high performance liquid chromatography (HPLC) on a Waters Breeze chromatograph (Waters, USA). The content of acids endowed with antiseptic and fungicidal properties in the air-dry raw material of alfalfa was, mg/g: benzoic – 3.2 ± 0.3 ; salicylic – 1.8 ± 0.2 ; sorbic – 0.15 ± 0.11 ; glycyrrhizin – 2.0 ± 0.3 . The technology of hydrobaric extraction, used in the industrial production of the dietary supplement «Erakond» from alfalfa, ensured the concentration of the analyzed acids in the finished product: the content of benzoic acid in the dietary supplement «Erakond» was 26.0 ± 3.0 mg/g, salicylic acid – 2.9 ± 0.3 mg/g, sorbic – 0.22 ± 0.03 mg/g, glycyrrhizin – 5.2 ± 0.6 mg/g. The mechanisms of implementation of the antioxidant properties of polyphenolic compounds of alfalfa, which exhibit a synergistic preservative effect together with identified organic acids, are disclosed. Relatively high concentration of polyphenolic compounds in Erakond dietary supplement (naringenin – 0.05 ± 0.0006 ; rutin – 8 ± 3 ; licuraside – 3.5 ± 0.4 ; quercetin – 0.04 ± 0.001 ; fisetin – 0.35 ± 0.01 ; naringin – 0.5 ± 0.0006 ; dihydroquercetin – 0.20 ± 0.002) provides high stability of Eracond-containing food products during long-term storage with preservation of nutritional, taste and biological properties. The combined antiseptic and antioxidant action *in vitro* of organic acids, polyphenolic compounds, essential oils, coumarins and plant saponins ensures the effectiveness of the use of natural preservatives in food industry technologies.

Keywords: preservatives, organic acids, polyphenolic compounds, alfalfa extract, dietary supplement «Erakond»

Для цитирования

Крячко А.Н. Качественный и количественный анализ на содержание бензойной, салициловой, сорбиновой и глицирризиновой кислот в водном экстракте люцерны посевной // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 85. № 2. С. 116–122. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-116-122

For citation

Krjachko A.N. Qualitative and quantitative analysis for the content of benzoic, salicylic, sorbic and glycyrrhizic acids in an aqueous extract of alfalfa. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 85. no. 2. pp. 116–122. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-2-116-122

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В современных условиях организм человека испытывает, с одной стороны, негативное действие широкого спектра техногенных факторов, с другой – ксенобиотических субстратов, входящих в состав продуктов питания. Увеличению доли ксенобиотиков в составе пищевых продуктов, безусловно, способствует широкое применение ядохимикатов (пестицидов) при сельскохозяйственных работах как средств химической защиты растений, а именно: хлор-, фосфор-, ртутьорганических соединений и нитрофенолов. Остаточные количества вышеперечисленных ядохимикатов в составе пищевых продуктов способны депонироваться в организме человека оказывая общетоксическое, политропное и сенсибилизирующее воздействие, что приводит к патофизиологическим сдвигам, явлениям патоморфоза внутренних органов и аллергическим реакциям. Увеличению доли ксенобиотитков в составе продуктов питания способствует добавление консервирующих веществ, в том числе химических соединений с побочными эффектами. Изучению побочного воздействия консервантов посвящены многочисленные исследования, результаты которых отражены в публикациях отечественных и зарубежных авторов [1–5]. Наиболее широко применяемый консервант бензоат натрия (Е-211) проявляет *in vivo* широкий спектр побочных эффектов путём ингибирования внутриклеточных антиоксидантов – Fe-зависимой каталазы и Se-зависимой глутатионпероксидазы, катализирующих реакции обезвреживания H_2O_2 при её высоких концентрациях [6–10]. В настоящее время отмечаются тенденции к уменьшению ксенобиотиков в пищевых продуктах, в том числе снижением абсолютного количества химических консервантов путем их сочетания с природными пищевыми добавками, которые характеризуются высокой антимикробной, фунгицидной и антиоксидантной активностью. Одно из новых направлений в технологиях консервирования пищевых продуктов – использование наземных частей растений *Artemisia campestris L* (полынь горькая), содержащих в своём составе эфирные масла (1,8-цинеол, камфора, артемизинин-спирт и др.), проявляющие высокую антимикробную активность и фунгицидную активность [11]. Согласно органолептической и дегустационной оценки, реализованной авторами, сырье данных видов не содержит горечи, что указывает на перспективность его использования в пищевой промышленности в качестве натурального консерванта [11]. В качестве источника натуральных консервантов растительного генеза используется экстракт плодов брусники и клюквы, содержащие в своем составе широкий спектр органических кислот с антиоксидантной и антимикробной видами активности: бензойную, лимонную,

яблочную, винную, щавелевую, салициловую, α -кетоглутаровую, молочную и уксусную [12]. Установлено, что сок ягод брусники подавляет рост и размножение грибов рода *Candida*, а также проявляет бактерицидные свойства по отношению к *Staph. ruogenusaureus*, *Bac. colicomunis*, *Proteusvulgaris* [13]. Безусловно, следует считать актуальными исследования, направленные на выявление новых видов консервантов натурального происхождения с целью уменьшения количества ксенобиотических субстратов в консервированных видах пищевой продукции. Представляет несомненный интерес выявление биологически активных веществ с антиоксидантной и антимикробной активностью в составе плодово-ягодных культур и лекарственных растениях, обеспечивающих реализацию консервирующих свойств в отношении органической составляющей пищевой продукции.

Цель работы – выявление спектра консервантов натурального генеза в водном экстракте люцерны посевной, обеспечивающих пролонгирование сроков хранения пищевой продукции.

Материалы и методы

В качестве натурального консерванта использовали экстракт растительный конденсированный люцерны посевной (*Medicago sativa L.*), полученный из наземной части растения методом гидробарометрического экстрагирования (свидетельство ГОС. РЕГ. РФ: № RU № 77.99.88.003E.000027.01.18 от 10.01.2018 г., выданное НПО ООО «Эраконд»). Водный экстракт люцерны посевной, реализуемый под торговой маркой БАД «Эраконд», характеризуется наличием широкого спектра биологически активных веществ, способных *in vivo* корректировать патофизиологические сдвиги при патологиях различного генеза [14]. Одна из задач настоящих исследований состояла в качественном и количественном анализе бензойной, салициловой, сорбиновой и глицирризиновой кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в спиртовом экстракте люцерны посевной (*Medicago sativa L.*) и в БАД «Эраконд».

Количественное определение кислот проводилось методом ВЭЖХ в стандартных растворах на хроматографе Waters Breeze (Waters, США) со спектрофотометрическим детектором. Определение проводили на колонке PursuitC18, 4.6 x 250 мм, 5 мкм (Agilent Technologies, Нидерланды). В качестве подвижной фазы применили элюент метанол – 0.3 н уксусная кислота от 80 до 20 (об.%). Скорость потока подвижной фазы составляла 1.0 мл/мин. Анализируемые образцы объемом 50 мкл вводили в хроматограф с использованием автосамплера и записывали хроматограмму. Время анализа 20 мин. Детектирование проводилось при аналитических длинах волн 254 и 305 нм.

В коническую колбу вместимостью 250 мл помещали 10 г. измельченного воздушно-сухого сырья люцерны и приливали 100 мл 70 %-го этилового спирта. Экстрагировали в течение 4 часов при периодическом перемешивании при комнатной температуре. Полученный раствор фильтровали через фильтр Шотта с размерами пор 100 мкм. Экстракцию повторяли еще 2 раза. Объединенный спиртовой экстракт упаривали на роторном испарителе Heidolph (Германия). Количество извлеченных экстрактивных веществ определяли весовым методом после удаления растворителя и достижения постоянной массы колбы с высушенным экстрактом.

Результаты

На первом этапе работы строили градуировочные графики стандартных растворов бензойной, сорбиновой, салициловой и глицирризиновой кислот. Растворы стандартных веществ с концентрациями 0.25, 0.5 и 1.0 мг/мл для глицирризиновой кислоты, 0.005, 0.01 и 0.02 мг/мл для сорбиновой кислоты, 0.20, 0.5 и 1.0 мг/мл для салициловой кислоты и 0.36, 0.25 и 0.10 мг/мл для бензойной кислоты готовили путем растворения навесок соответствующих веществ в элюенте метанол: 0.3 н уксусная кислота = 80 : 20 (объем. %) в мерных колбах на 25 мл. Для каждого стандартного раствора записывали хроматограмму по вышеописанной методике.

Пробу экстрактов объемом 50 мкл вводили в хроматограф с использованием автосамплера и записывали хроматограмму. Каждый образец анализировали по 4 раза. Растворы экстрактов в элюенте готовили с концентрацией 5 мг/мл (для спиртовых экстрактов люцерны) и 10 мг/мл (для БАД «Эраконд»). По площадям пиков веществ с определенным временем выхода, с использованием градуировочных графиков стандартных веществ определяли концентрации кислот в экстрактах. Статистическую обработку проводили по результатам 4 определений каждого образца. Хроматограммы водно-спиртовых экстрактов люцерны приведены на рисунке 1. На рисунке 2

представлены хроматограммы образца БАД «Эраконд», произведенной из люцерны посевной.

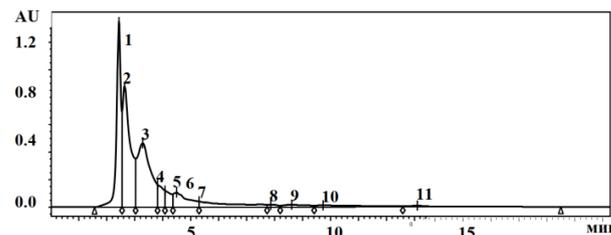


Рисунок 1. Хроматограмма водно-спиртового экстракта люцерны 5мг/мл при 254 нм
Figure 1. Chromatogram of an aqueous-alcoholic extract of alfalfa 5 mg/ml at 254 nm

Вещество со временем выхода 4.08 мин. (пик 5) – бензойная кислота; 3.82 мин. (пик 4) – сорбиновая кислота; 4.50 мин. (пик 6) – салициловая кислота; 7.86 (пик 8) и 8.61 мин. (пик 9) – α- и β-глицирризиновая кислота, соответственно.

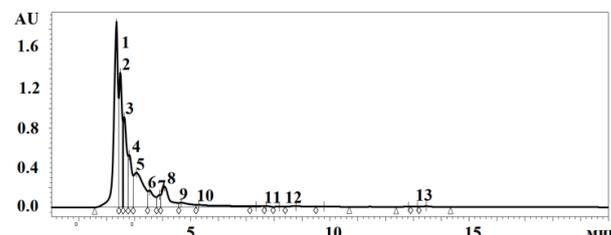


Рисунок 2. Хроматограмма образца БАД «Эраконд» 10 мг/мл при 254 нм
Figure 2. Chromatogram of a sample of dietary supplement «Erakond» 10 mg/ml at 254 nm

Вещество со временем выхода 4.06 мин. (пик 8) – бензойная кислота; 3.89 мин. (пик 7) – сорбиновая кислота; 4.67 мин. (пик 9) – салициловая кислота; 8.19 (пик 11) и 8.79 мин. (пик 12) – α- и β-глицирризиновая кислота. Сопоставление времен удерживания пиков веществ на хроматограммах анализируемых образцов со временами удерживания пиков стандартных образцов позволили идентифицировать и установить количественное содержание кислот в анализируемых образцах (таблица 1).

Таблица 1.

Содержание органических кислот в пересчете на сухую массу люцерны

Table 1.

The content of organic acids in terms of dry weight of alfalfa

Кислоты Acids		Содержание кислот, мг/г от сухой массы Acid content, mg/g from dry weight	
		Образец Sample	БАД «Эраконд»* Dietary supplement "Erakond"*
Бензойная	Benzoic	Водно-спиртовой экстракт люцерны Aqueous-alcoholic extract of alfalfa	26,0 ± 3
Салициловая	Salicylic		2,9 ± 0,3
Сорбиновая	Sorbic		0,22 ± 0,03
Глицирризиновая	Glycyrrhizic		5,2 ± 0,6

*мг/г БАД «Эраконда» (mg/g BAA «Erakond»)

Таким образом, содержание кислот, определенное методом ВЭЖХ, в водно-спиртовом экстракте люцерны составляет: 3,2 мг/г бензойной, $1,8 \pm 0,2$ мг/г салициловой, $0,15 \pm 0,11$ мг/г сорбиновой, $2,0 \pm 0,3$ мг/г глицирризиновой. В БАД «Эраконд» содержится – $26,0 \pm 3$ мг/г бензойной, $2,9 \pm 0,3$ мг/г салициловой, $0,22 \pm 0,03$ мг/г сорбиновой и $5,2 \pm 0,6$ мг/г глицирризиновой кислот. Как видно из таблицы, процессы гидробарического экстрагирования растительного сырья влияют на выход экстрактивных веществ: содержание бензойной кислоты в «Эраконде» составило $26,0 \pm 3,0$ мг/г против $3,2 \pm 0,3$ мг/г в водно-спиртовом экстракте люцерны – увеличение 8,1 раза. Исползованные технологии способствовали и значительному депонированию глицирризиновой кислоты: её содержание в «Эраконде» составило $5,2 \pm 0,6$ мг/г против $2,0 \pm 0,3$ мг/г в исходном сырье – увеличение в 2,6 раза (таблица 1).

Обсуждение

Известна технология консервирования продуктов питания [15], в частности столовых яиц с использованием 20 %-го водного экстракта люцерны «Эраконд». Преимущество способа перед аналогами – обеспечение качественных характеристик столовых яиц без применения ксенобиотических консервантов с увеличением сроков хранения до 35 суток. В соответствии с разработанной технологией яйца выдерживают в 20 % растворе «Эраконда» в течение 1 минуты, высушивают при комнатной температуре в течение 4 часов, что обеспечивало сохранение качественных характеристик продукта в соответствии с требованием ГОСТ Р 55502–2013: высота воздушной камеры на 35-е сутки хранения – не более 7 мм, желток – прочный с чёткими очертаниями, белок плотный, прозрачный.

Выяснение механизмов реализации антиоксидантных, антиокислительных, фунгицидных, противовирусных и антимикробных свойств экстрактов растительного генеза имеет важное значение для расширения спектра применяемых в пищевой промышленности биосовместимых консервантов. Результаты собственных исследований, анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствуют о наличии в составе «Эраконда» ингредиентов, обеспечивающих в совокупности реализацию вышеперечисленных видов активности [16]. Идентифицированные в растительном экстракте «Эраконд» органические кислоты, как известно, реализуют бактерицидные, бактериостатические и фунгицидные свойства. Бензойная кислота ($C_6H_5O_2$), относящаяся к классу карбоновых кислот ароматического ряда, реализует антимикробные и противогрибковые свойства ингибируя активность

ферментов и процессы метаболизма, вызывая деструкцию биомембран во многих одноклеточных организмах, плесени и некоторых бактерий [17]. Салициловая кислота (2-гидрокси бензойная или фенольная кислота) и её производные (салицилат натрия, аспирин, салициламид) благодаря выраженному антисептическому действию находят широкое применение не только в пищевой промышленности, но и в медицине, где рекомендуются как эффективное жаропонижающее, противовоспалительное, противоревматическое и болеутоляющее средство. Выделенная из экстрактов люцерны сорбиновая кислота (транс, транс – 2,4 – гексадиеновая кислота) считается «общепризнанной безопасной» субстанцией натурального происхождения для применения в качестве пищевой добавки с антимикробной и фунгицидной активностью [17]. В отличие от вышеперечисленных органических кислот, консервантов природного генеза, экстрагированная из состава люцерны посевной глицирризиновая кислота ($C_{42}H_{65}O_{16}$), ингибирует развитие не только микроорганизмов, но и вирусов в концентрациях, не токсичных для клинически здорового человека [18].

Качество продуктов питания на этапах хранения преимущественно предопределяется интенсивностью процессов гидролиза и свободнорадикального окисления липидов. Натуральные консерванты, содержащие в своём составе антиоксиданты растительного генеза, способны ингибировать реакции свободнорадикального окисления липидов, индуцируемых так называемыми активными формами кислорода (O_2^{\bullet} – супероксид-анион кислорода, O_2H^{\bullet} – гидропероксильный и OH^{\bullet} – гидроксильный радикалы, H_2O_2 – пероксид водорода). Результаты ранее проведённых собственных исследований показали, что БАД «Эраконд» содержит в своём составе широкий спектр полифенольных соединений, отличающихся высокой антиоксидантной активностью. Количественное определение полифенольных соединений в БАД «Эраконд» методом ВЭЖХ позволило идентифицировать и установить содержание следующих флавоноидов, мг/г «Эраконда»: нарингенин – $0,05 \pm 0,0006$; рутин – 8 ± 3 ; ликуразид – $3,5 \pm 0,4$; кверцетин – $0,04 \pm 0,001$; физетин – $0,35 \pm 0,01$; нарингин – $0,5 \pm 0,0006$; дигидрокверцетин – $0,20 \pm 0,002$ [19].

Флавоноиды, как известно, наиболее многочисленный класс полифенольных соединений, для которых характерен широкий спектр активности и малая токсичность. В функциональном отношении флавоноиды относятся к классу фитоалексинов – растительных антибиотиков, рекомендуемых для антимикробной терапии таких заболеваний как пиелонефрит, стафилококковая

пневмония, хронический пиелонефрит, а также ряда нозокомиальных инфекций. Установлено, что дигидрокверцетин проявляет выраженную антимикробную активность *in vitro* при концентрации 0,15 мМ и показывает большую удельную бактерицидную активность относительно традиционного антибактериального препарата Левомеколь, минимально действующая концентрация которого в отношении *St. aureus* составляет 24,2 мМ [20].

Многочисленные исследования показали, что флавоноиды проявляют антиоксидантную активность как в липидной, так и в водной фазах органических субстанций, ингибируют процессы свободнорадикального перекисного окисления липидов, взаимодействуя с АФК, алкоксильными (RO•) и пероксильными (ROO•) радикалами [16, 21]. Другой механизм реализации антиоксидантных свойств флавоноидов, идентифицированных в эраконде – хелатирование металлов переменной валентности (Fe²⁺, Cu²⁺ и Mn²⁺), способных запускать каскад реакций образования АФК: O₂•, OH•, O₂H•, H₂O₂ [22].

Поликомпонентный состав растений обеспечивает многонаправленность действия консервантов растительного генеза. Люцерна посевная в своём составе содержит, помимо органических кислот и флавоноидов, другие классы природных антисептиков – куместаны и сапонины, проявляющие мягкое антиоксидантное, противомикробное и противогрибковое действие [23].

Заключение

Результаты исследований позволили идентифицировать в водном экстракте люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) органические кислоты (бензойная, салициловая, сорбиновая, глицеризиновая), ингибирующие развитие пороков пищевой продукции за счёт антисептических, фунгицидных и противовирусных свойств. Реализация антиокислительных свойств экстракта люцерны обеспечивается за счёт флавоноидной составляющей, подавляющей процессы липопероксидации пищевой продукции. Сочетанное действие выявленных органических кислот и флавоноидов, на наш взгляд, обеспечивает эффективность консервирования продуктов питания с использованием конденсированных водных экстрактов люцерны посевной. Следует считать перспективными исследования, направленные на идентификацию в лекарственных травах фармакологически активных органических кислот, полифенольных соединений, сапонинов и производных кумарина с целью их применение в качестве натуральных консервантов.

Благодарности

Хроматографический анализ выполнен на оборудовании ЦКП «Химия» УФИХ УФИЦ РАН и РЦКП «Агидель» УФИЦ РАН. Выражаем благодарность сотрудникам лаборатории ФХМА УФИХ УФИЦ РАН к.х.н., в.н.с. Иванову С.П. и к.х.н., н.с. Петровой С.Ф. за консультирование и методологическую помощь в выполнении исследований.

Литература

- 1 Смоленцев С.Ю. Экологические основы обеспечения безопасности сырья и пищевой продукции животного происхождения // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 538–539.
- 2 Galyautdinova G.G., Egorov V.I., Saifutdinov A.M. et al. Detection of tetracycline antibiotics in honey using high-performance liquid chromatography // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. V. 11. № 1. P.313–314.
- 3 Hairullin D.D., Zinnatov F.F., Shakirov Sh.K. et al. Section Original Articles Study of Scar Content in Cows When Using Carbohydrate-Vitamin-Mineral Concentrate «LS» // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. V. 11. № 2. P. 2241–2243.
- 4 Tarasova E.Yu., Matrosova L.E., Tanaseva S.A. et al. Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis // Systematic Reviews in Pharmacy. 2020. V. 11. № 11. P. 264–268.
- 5 Yakupov T.R., Valiev M.M., Zinnatov F.F. et al. Features of humoral immunity in cows infected with the leukaemia virus // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. V. 11. № 1. P. 290–293.
- 6 Минченко Л.А. Пищевая добавка "бензоат натрия": применение в пищевой промышленности // Вопросы устойчивого развития общества. 2021. № 3. С. 16–21. doi: 10.34755/IROK.2021.21.37.014
- 7 Azuma S.L., Quartey N.K.-A., Ofosu I.W. Sodium benzoate in non-alcoholic carbonated (soft) drinks: Exposure and health risks // Scientific African. 2020. V. 10. P. e00611 doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00611
- 8 Самойлов А.В., Сураева Н.М., Зайцева М.В., Петров А.Н. Оценка последствий токсических эффектов пищевых консервантов методом биотестирования // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 4. С. 71–75. doi: 10.31857/S2500262721040153
- 9 Dosay-Akbulut M. Determination of DNA Damage caused by food additives using comet assay method // Progr. Nutr. 2021.V. 22. №. 4. P. e2020071. URL: <https://mattioli1885journals.com/index.php/progressinnutrition/article/view/9095>
- 10 Younes M., Aquilina G., Castle L. et al. Scientific Opinion on the follow-up of the re-evaluation of sorbic acid (E200) and potassium sorbate (E202) as food additives // EFSA Journal. 2019. V. 17. №. 3:5625. URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2019.5625>
- 11 Логвиненко Л.А., Шевчук О.М., Кравченко Е.Н. Интродукционное изучение некоторых видов полыни коллекции ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада // Аграрный вестник Урала. 2019. № 4(183). С. 59–63. doi: 10.32417/article_5cf9f5c5bfb246.48831055.
- 12 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. № 4(39). С. 590–602. doi: 10.21285/2227–2925–2021–11–4–590–602

- 13 Яшин А.Я., Яшин Я.И., Липеева А.В. Клюква: химический состав, биологическая активность и перспективы фармацевтического применения // *Лаборатория и производство*. 2022. № 3–4(21). С. 56–69. doi: 10.32757/2619-0923.2022.3-4.21.56.69
- 14 Кари М., Байматов В.Н., Козлов В.Н. и др. Оценка радиопротекторных свойств «Эраконд-хитозана» // *Известия Международной академии аграрного образования*. 2018. № 42–1. С. 132–136.
- 15 Пат. № 2634552, RU, А23В 5/06. Способ консервирования яиц / Козлов В.Н., Ибрагимов В.Р., Максюттов Р.Р., Пономарев Е.Е. № 2016149690; Заявл. 16.12.2016; Опубл. 31.10.2017. Бюлл. № 31.
- 16 Вейко А.Г. Флавоноиды: молекулярные свойства и антиоксидантный потенциал // *Лабораторная диагностика*. Восточная Европа. 2021. Т. 10. № 3. С. 309–326. doi: 10.34883/PI.2021.10.3.015
- 17 Абакаров Г.М., Абакарова О.Г., Джамалова С.А., Алимирзова З.М. Консерванты в пищевой промышленности // *Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Махачкала, 23–24 октября 2019 года ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»*. Махачкала: Информационно-Полиграфический Центр ДГТУ, 2019. С. 179–181.
- 18 Оковитый С.В., Райхельсон К.Л., Волнухин А.В., Кудлай Д.А. Гепатопротекторные свойства глицирризиновой кислоты // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2020. № 12 (184). С. 96–108. doi: 10.31146/1682-8658-ecg-184-12-96-108
- 19 Kryachko A.N., Khafizova R.R., Kozlov V.N. et al. Content of some flavonoids in alfalfa and its water extract "Eracond" // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. V. 848. №. 1. P. 012015. doi: 10.1088/1755-1315/848/1/012015
- 20 Шевелев А.Б., Исакова Е.П., Трубникова Е.В. и др. Исследование антимикробной активности полифенолов из древесного сырья // *Вестник российского государственного медицинского университета*. 2018. № 4. С. 53–56. doi: 10.24075/vrgmu.2018.043
- 21 Габитова Д.М., Рыжикова М.А. Особенности антиоксидантного действия растительных флавоноидов // *Башкирский химический журнал*. 2020. Т. 27, № 4. С. 19–21. doi: 10.17122/bcj-2020-4-19-21
- 22 Caro A.A., Davis A., Fobare S., Horan N., Ryan C., Schwab C. Antioxidant and pro-oxidant mechanisms of (+) – catechin in microsomal CYP2E1-dependent oxidative stress // *Toxicology in Vitro*. 2019. V. 54. P. 1–9. doi: 10.1016/j.tiv.2018.09.001
- 23 Марьин А.А., Танцерева И.Г., Большаков В.В., Коломиец Н.Э. Лекарственные растения в коррекции климатерических расстройств // *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2019. Т. 4. № 1. С. 80–90.

References

- Smolentsev S.Yu. Ecological foundations for ensuring the safety of raw materials and food products of animal origin. Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. 2021. no. 23. pp. 538–539. (in Russian).
- Galyautdinova G.G., Egorov V.I., Saifutdinov A.M. et al. Detection of tetracycline antibiotics in honey using high-performance liquid chromatography. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2020. vol. 11. no. 1. pp. 313–314.
- Hairullin D.D., Zinnatov F.F., Shakirov Sh.K. et al. Section Original Articles Study of Scar Content in Cows When Using Carbohydrate-Vitamin-Mineral Concentrate «LS». *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2020. vol. 11. no. 2. pp. 2241–2243.
- Tarasova E.Yu., Matrosova L.E., Tanaseva S.A. et al. Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis. *Systematic Reviews in Pharmacy*. 2020. vol. 11. no. 11. pp. 264–268.
- Yakupov T.R., Valiev M.M., Zinnatov F.F. et al. Features of humoral immunity in cows infected with the leukaemia virus. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2020. vol. 11. no. 1. pp. 290–293.
- Minchenko L.A. Food additive "sodium benzoate": application in the food industry. *Issues of sustainable development of society*. 2021. no. 3. pp. 16–21. doi: 10.34755/IROK.2021.21.37.014 (in Russian).
- Azuma S.L., Quartey N.K.-A., Ofosu I.W. Sodium benzoate in non-alcoholic carbonated (soft) drinks: Exposure and health risks. *Scientific African*. 2020. vol. 10. pp. e00611 doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00611
- Samoilov A.V., Suraeva N.M., Zaitseva M.V., Petrov A.N. Assessment of the consequences of the toxic effects of food preservatives using biotesting. *Russian agricultural science*. 2021. no. 4. pp. 71–75. doi: 10.31857/S2500262721040153 (in Russian).
- Dosay-Akbulut M. Determination of DNA Damage caused by food additives using comet assay method. *Progr. Nutr*. 2021. vol. 22. no. 4. pp. e2020071. Available at: <https://mattioli1885journals.com/index.php/progressinnutrition/article/view/9095>
- Younes M., Aquilina G., Castle L. et al. Scientific Opinion on the follow-up of the re-evaluation of sorbic acid (E200) and potassium sorbate (E202) as food additives. *EFSA Journal*. 2019. vol. 17. no. 3:5625. Available at: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2019.5625>
- Logvinenko L.A., Shevchuk O.M., Kravchenko E.N. Introduction study of some species of wormwood from the collection of aromatic and medicinal plants of the Nikitsky Botanical Garden. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019. no. 4(183). pp. 59–63. doi: 10.32417/article_5cf9f5c5bfb246.48831055 (in Russian).
- Eremeeva N.B., Makarova N.V. Study of the antioxidant properties of medicinal plants and their influence on microbial spoilage of semi-finished meat, poultry and fish. *News of universities. Applied chemistry and biotechnology*. 2021. vol. 11. no. 4(39). pp. 590–602. doi: 10.21285/2227-2925-2021-11-4-590-602 (in Russian).
- Yashin A.Ya., Yashin Ya.I., Lipeeva A.V. Cranberry: chemical composition, biological activity and prospects for pharmaceutical use. *Laboratory and production*. 2022. no. 3–4(21). pp. 56–69. doi: 10.32757/2619-0923.2022.3-4.21.56.69 (in Russian).
- Kari M., Baimatov V.N., Kozlov V.N. et al. Evaluation of the radioprotective properties of "Eracond-chitosan". *News of the International Academy of Agrarian Education*. 2018. no. 42–1. pp. 132–136. (in Russian).
- Kozlov V.N., Ibragimov V.R., Maksyutov R.R., Ponomarev E.E. Method of canning eggs. Patent RF, no. 2634552, 2017.
- Veiko A.G. Flavonoids: molecular properties and antioxidant potential. *Laboratory diagnostics*. Eastern Europe. 2021. vol. 10. no. 3. pp. 309–326. doi: 10.34883/PI.2021.10.3.015 (in Russian).
- Abakarov G.M., Abakarova O.G., Dzhamalova S.A., Alimirzova Z.M. Preservatives in the food industry. Improving the quality and safety of food products: materials of the IX All-Russian scientific and practical conference (with international participation), Makhachkala, October 23–24, 2019 FSBEI HE "Dagestan State Technical University". Makhachkala, Information and Printing Center of DSTU, 2019. pp. 179–181. (in Russian).

18 Okovity S.V., Raikhelson K.L., Volnukhin A.V., Kudlay D.A. Hepatoprotective properties of glycyrrhizic acid. Experimental and clinical gastroenterology. 2020. no. 12 (184). pp. 96–108. doi: 10.31146/1682–8658 ecg 184–12–96–108 (in Russian).

19 Kryachko A.N., Khafizova R.R., Kozlov V.N. et al. Content of some flavonoids in alfalfa and its water extract "Eracond". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. vol. 848. no. 1. pp. 012015. doi: 10.1088/1755–1315/848/1/012015

20 Shevelev A.B., Isakova E.P., Trubnikova E.V. et al. Study of the antimicrobial activity of polyphenols from wood raw materials. Bulletin of the Russian State Medical University. 2018. no. 4. pp. 53–56. doi: 10.24075/vrgmu.2018.043 (in Russian).

21 Gabitova D.M., Ryzhikova M.A. Features of the antioxidant effect of plant flavonoids. Bashkir Chemical Journal. 2020. vol. 27. no. 4. pp. 19–21. doi: 10.17122/bcj 2020–4–19–21 (in Russian).

22 Caro A.A., Davis A., Fobare S., Horan N., Ryan C., Schwab C. Antioxidant and pro-oxidant mechanisms of (+) – catechin in microsomal CYP2E1 dependent oxidative stress. Toxicology in Vitro. 2019. vol. 54. pp. 1–9. doi: 10.1016/j.tiv.2018.09.001

23 Maryin A.A., Tantsereva I.G., Bolshakov V.V., Kolomiets N.E. Medicinal plants in the correction of menopausal disorders. Fundamental and clinical medicine. 2019. vol. 4. no. 1. pp. 80–90. (in Russian).

Сведения об авторах

Алексей Н. Крячко аспирант, кафедра технологии пищевых производств, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, erakond@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5673-9646>

Вклад авторов

Алексей Н. Крячко написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Aleksej N. Krjachko graduate student, food production technologies department, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University, st. Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, erakond@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5673-9646>

Contribution

Aleksej N. Krjachko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 17/04/2023	После редакции 11/05/2023	Принята в печать 29/05/2023
Received 17/04/2023	Accepted in revised 11/05/2023	Accepted 29/05/2023