

Ирина Юрьевна Резниченко¹, Татьяна Александровна Мирошина²✉

^{1,2}Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Россия

¹irina.reznichenko@gmail.com

²intermir42@mail.ru

ПОТЕНЦИАЛ ФИТОХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ *CANNABIS SATIVA L.* В ИНДУСТРИИ ПИТАНИЯ

Цель исследования – обобщение научных данных по обоснованию использования продуктов переработки *Cannabis sativa L.* как потенциальных источников биологически активных веществ в пищевых системах функциональной и специализированной направленности. Задачи: проанализировать фитохимические вещества конопли, охарактеризовать белки, жиры, витамины и минеральные вещества продуктов переработки конопли; показать эффективность использования продуктов переработки конопли в медицине при лечении и профилактике заболеваний; оценить возможность биопотенциала продуктов переработки конопли как перспективного сырья в технологиях функциональных продуктов. Новизной исследования является обобщение и систематизации научных данных о биоактивных свойствах для дальнейшего обоснования применения фитохимических веществ конопли в индустрии питания. Проведен поиск зарубежных источников за последние 10 лет в электронных научных базах данных Google Scholar, Pub Med, Science Direct, Elibrary.ru, Scopus. Для изучения научных данных по проблеме использовались методы систематизации, анализа и обобщения. Представлены результаты исследований фитохимических веществ конопли, охарактеризованы белки, жиры, витамины и минеральные вещества продуктов переработки конопли; приведены данные по результатам изучения влияния биологически активных веществ конопли в моделях *in vitro* и *in vivo*. Показана эффективность использования продуктов переработки конопли в медицине при лечении и профилактике ряда заболеваний. Оценена возможность биопотенциала продуктов переработки конопли как перспективного сырья в технологиях функциональных продуктов. Установлена необходимость в соблюдении нормативных требований и определении показателей для идентификации функциональной направленности при добавлении конопли в пищевые продукты для обеспечения безопасности их использования в продуктах питания.

Ключевые слова: *Cannabis sativa L.*, продукты переработки конопли, биологически активные вещества, свойства фитохимических веществ, применение, медицина, пищевая индустрия

Для цитирования: Резниченко И.Ю., Мирошина Т.А. Потенциал фитохимических веществ *Cannabis sativa L.* в индустрии питания // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9. С. 199–206. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-199-206.

Irina Yurievna Reznichenko¹, Tatyana Aleksandrovna Miroshina²✉

^{1,2}Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia

¹irina.reznichenko@gmail.com

²intermir42@mail.ru

POTENTIAL OF PHYTOCHEMICALS *CANNABIS SATIVA L.* IN THE FOOD INDUSTRY

The purpose of the study is to summarize scientific data to substantiate the use of processed products of *Cannabis sativa L.* as potential sources of biologically active substances in functional and specialized food systems. Objectives: to analyze hemp phytochemicals, characterize proteins, fats, vitamins and minerals of hemp processing products; to show the effectiveness of using hemp products in medicine in the

treatment and prevention of diseases; to assess the possibility of the biopotential of hemp processing products as promising raw materials in functional product technologies. The novelty of research is the generalization and systematization of scientific data on bioactive properties to further substantiate the use of hemp phytochemicals in the food industry. A search of foreign sources over the past 10 years was carried out in electronic scientific databases Google Scholar, Pub Med, Science Direct, Elibrary.ru, Scopus. To study scientific data on the problem, methods of systematization, analysis and generalization were used. The results of studies of hemp phytochemicals are presented, proteins, fats, vitamins and minerals of hemp processing products are characterized; data are presented on the results of studying the influence of biologically active substances of cannabis in *in vitro* and *in vivo* models. The effectiveness of using hemp processing products in medicine in the treatment and prevention of a number of diseases has been shown. The possibility of the biopotential of hemp processing products as promising raw materials in functional product technologies has been assessed. The need to comply with regulatory requirements and identify indicators to identify the functional focus when adding hemp to food products has been established to ensure the safety of their use in food products.

Keywords: *Cannabis sativa* L., hemp processing products, biologically active substances, properties of phytochemicals, application, medicine, food industry

For citation: Reznichenko I.Yu., Miroshina T.A. Potential of phytochemicals *Cannabis sativa* L. in the food industry // Bulliten KrasSAU. 2023;(9): 199–206. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-199-206.

Введение. Химическое разнообразие состава растительного сырья в последнее время приобрело большое значение с точки зрения исследования биопотенциала. В этом плане фитохимические вещества с отчетливыми стереохимическими профилями представляют интерес как потенциальные ингредиенты не только в медицине, но и в индустрии питания. Фитохимические вещества подразделяются на первичные и вторичные метаболиты (специализированные метаболиты). Белки, аминокислоты, хлорофилл и пурины/пиримидины нуклеиновых кислот считаются первичными метаболитами, алкалоиды, флавоноиды, терпены, стероиды, куркумины и фенолы рассматриваются как специализированные растительные метаболиты. В последнее время эти ценные фитохимические вещества нашли широкое практическое применение в качестве лечебного сырья, а благодаря их антиоксидантным, стабилизирующим, эмульгирующим, хелатирующим и ароматическим свойствам расширяется спектр их использования в косметологии и пищевой индустрии [1].

Конопля (*Cannabissativa* L.) – ценная культура с широким спектром применения: от пищевых продуктов и текстиля до фармацевтики [2]. Возрождение посевных площадей и легализация промышленной конопли в качестве сельскохозяйственной культуры, ее использование в качестве продукта питания и пищевого ингредиента в России возросло после 2012 г. [3]. Рост обусловлен многочисленными преимуществами для здоровья, которыми обладает конопля, и ее

широким спектром биологически активных веществ. Однако, несмотря на эту положительную тенденцию, продукты на основе конопли могут содержать тетрагидроканнабинол (ТГК) выше предельно допустимой концентрации, что вызывает беспокойство с точки зрения безопасности и соблюдения нормативных требований. В связи чем совершенствуется законодательная и нормативно-правовая базы Российской Федерации в отрасли коноплеводства для ликвидации ряда существующих противоречий от селекционных разработок до получения сертифицированной продукции [4].

Отмечено, что только некоторые сорта конопли можно классифицировать как промышленную коноплю. Предложено деление конопли на шесть основных групп: непсихоактивные растения, выращиваемые для получения семян и волокна в Западной Азии и Европе, содержат небольшое количество ТГК и высокое содержание каннабидиола (КБД) – 1-я группа; непсихоактивные сорта из Восточной Азии (в основном из Китая), содержащие ТГК от низкого до умеренного и высокое количество КБД, – 2-я группа; психоактивные сорта из Южной Центральной Азии состоят в основном из ТГК в качестве доминирующего каннабиноида – 3-я группа; психоактивные сорта, обнаруженные в Афганистане и соседних странах с высоким содержанием ТГК и КБД – 4-я группа; гибриды 1 и 2 объединены в 5-ю группу, гибриды 3 и 4 – в 6-ю группу [5].

Стимулом для мировой индустрии промышленной конопли явился результат ключевых из-

менений в законодательстве, а именно законопроектов о фермерских хозяйствах в США. Закон о фермерских хозяйствах 2014 г. определил коноплю как растения с пороговым значением ТГК 0,3 % в пересчете на сухую массу и разрешил его производство в определенных условиях. Законопроект о фермерских хозяйствах 2018 г. легализовал производство конопли как сельскохозяйственного товара и исключил ее из списка контролируемых веществ. Австралия легализовала продукты из конопли в ноябре 2017 г. после запрета, действовавшего с 1937 г. [6].

Введение новых законов в отношении коноплеводства повлияло на развитие потребительского рынка продуктов питания на основе конопли, что также связывали с растущим числом вегетарианцев во всем мире и повышенным вниманием потребителей к вопросам питания и здоровья. Кроме того, выпуск инновационных продуктов на основе конопли, таких как соусы, коктейли, мороженое и десерты, является фактором, стимулирующим рост рынка продуктов питания на основе конопли. Так, в России рынок продуктов питания из конопли вырос в 4,5 раза за последние 3 года [7]. Основные страны-производители конопли находятся в Северной Америке (США, Канада и Мексика). С другой стороны, ожидается, что к 2027 г. рынок конопли в Азиатско-Тихоокеанском регионе будет расти самыми высокими темпами благодаря принятию западного стиля питания и растущего спроса на продукты на основе конопли из-за отсутствия в них глютена.

Знание состава, питательных свойств и технологической функциональности пищевых ингредиентов на основе конопли имеет фундаментальное значение для определения их пригодности для использования в пищевых системах. Кроме того, понимание процессов производства

ингредиентов на основе семян конопли также важно, поскольку на состав, качество и функциональные свойства ингредиента влияет послеуборочная обработка, сорт, сезонность и условия выращивания растения.

Цель исследования – обобщение научных данных по обоснованию использования продуктов переработки *Cannabis sativa* L. как потенциальных источников биологически активных веществ в пищевых системах функциональной и специализированной направленности.

Задачи: проанализировать фитохимические вещества конопли, охарактеризовать белки, жиры, витамины и минеральные вещества продуктов переработки конопли; показать эффективность использования продуктов переработки конопли в медицине при лечении и профилактике заболеваний; оценить возможность биопотенциала продуктов переработки конопли как перспективного сырья в технологиях функциональных продуктов.

Материалы и методы. В исследовании проведен поиск зарубежных источников за последние 10 лет в электронных научных базах данных Google Scholar, Pub Med, Science Direct, Elibrary.ru, Scopus. Для изучения научных данных по проблеме использовались методы систематизации, анализа и обобщения.

Результаты и их обсуждение. Научные исследования выявили множество свойств соединений, выделенных из *Cannabis sativa* L. (конопли), благодаря чему сформулированы перспективы использования продуктов переработки конопли в качестве потенциальных источников природных минорных компонентов. В настоящее время в качестве продуктов питания применяют семена, муку, ядра, масло и жмых конопли (рис.).



Продукты из конопли

Традиционно конопля используется как ценный источник клетчатки и питательных веществ. Многочисленные исследования также продемонстрировали противомикробное, антипролиферативное, фитотоксическое и инсектицидное действие эфирного масла из женских соцветий конопли. Ученые из Италии, Турции и Ирака изучали соцветия конопли как источник противовоспалительных, антимикотических и антипролиферативных средств в опытах *in silico*, *in vitro*. Показано, что соцветия конопли являются многообещающим источником нутрицевтиков и космецевтиков против воспалительных и инфекционных заболеваний [8]. Особое значение имеет широкий спектр фитохимических веществ, содержащихся в соцветиях конопли. Двумя основными и наиболее известными фитохимическими веществами в конопле являются каннабиноиды: -транс- Δ^9 -тетрагидроканнабинол, который оказывает опьяняющее действие; -каннабидиол – вещество, которое не является опьяняющим и имеет потенциальные лекарственные свойства [9].

Установлено, что семена конопли содержат около 20–25 % белка, 20–35 % масла, 20–30 % углеводов, которые в основном представляют собой нерастворимые пищевые волокна и высокий уровень антиоксидантов. Исследования белковой фракции показали, что семена конопли имеют такое же содержание белка, как и другие семена масличных культур, в них больше белка, чем в семенах подсолнечника или канолы, но меньше белка, чем в сое [10]. Белки семян конопли содержат все незаменимые аминокислоты, а белковая фракция конопли легко усваивается [11]. Глобулины составляют 60–80 % общего белка, альбумины составляют большую часть остального [12].

Семена конопли являются источником минералов (P, K, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) и фитонутриентов (токоферолов, каротиноидов, стеролов), содержат ряд антипитательных компонентов (фитиновая кислота, конденсированные дубильные вещества, ингибиторы трипсина, цианогенные гликозиды и сапонины) [13]. Масло семян конопли является богатым источником полиненасыщенных жирных кислот, особенно незаменимых, доля которых составляет более 70 %. Различные уровни линолевой кислоты (51,6–59,0 % жирных кислот в масле), α -линоленовой кислоты (10,5–22,0 % жирных кислот в масле), общих токоферолов (56–97 мг/100 г масла), фи-

тостеролов (279 мг/ 100 г масла) свидетельствуют о разнообразии состава масла [9, 14].

Семена конопли содержат ряд фитохимических веществ, а присутствие фенольных соединений и токоферолов способствует их антиоксидантной активности. Существует целый ряд продуктов, которые можно получить из семян конопли. Помимо измельчения целых или очищенных семян конопли в муку могут быть выделены масла с добавленной пищевой ценностью и фракции, обогащенные белком. Кроме того, фитохимические экстракты вызывают все больший интерес, поскольку их роль и применение в области здравоохранения и питания получают все большее признание [15].

Исследована питательная ценность ростков конопли. Показано, что проращивание усиливает противовоспалительные свойства за счет таких соединений, как пренилфлавоноиды, каннафлавины А и В, т. е. ростки конопли могут быть новым противовоспалительным пищевым материалом [16]. В другом исследовании сообщалось о повышенном содержании полифенолов, флавоноидов, антиоксидантной активности и концентрации белка в ростках конопли, выращенных под синим светодиодом, по сравнению с сырыми семенами [17]. Кроме того, отмечены интересные результаты: ростки конопли не обладают галлюциногенными эффектами, не содержат большого количества дельта-9-тетрагидроканнабинола и, таким образом, их можно употреблять не опасаясь негативного воздействия на здоровье [18].

Анализ применения продуктов переработки конопли как в моделях *in vitro*, так и в моделях *in vivo* показали их эффективность. Например, в исследованиях по профилактике ожирения установлено, что у мышей, которых кормили мукой из семян конопли в расчете 200 или 300 мг/кг, прибавка массы тела, эпидидимальная и окологпочечная жировая ткань значительно уменьшились по сравнению с мышами, получавшими обычную диету [19]. Показано, что общий холестерин, липопротеины высокой и низкой плотности и триглицериды также были значительно снижены. Кроме того, отмечено, что масла из семян конопли имеют соотношение омега-6 и омега-3 3 : 1, что является оптимальным для достижения различных преимуществ в организме, таких как повышение метаболизма и снижение уровня холестерина в крови [20].

Гидролизаты пищевого белка из конопли привлекли к себе внимание исследователей с точки зрения применения в качестве биоактивных пептидов природного происхождения для лечения гипертонии [21]. В нескольких научных работах отмечено, что коноплю можно использовать для профилактики и лечения рака [22, 23]. Сообщалось о противодиабетических свойствах конопли и ее компонентов [24].

Анализ результатов научных исследований по применению продуктов переработки конопли в пищевых системах показал, что она является перспективным сырьем в технологиях функциональных продуктов [25, 26]. Исследована пищевая ценность муки конопляной и ее отличительные особенности в сравнении со злаковыми и бобовыми видами муки, показана перспективность применения для производства продуктов специализированной направленности. Разработаны хлеб и кондитерские мучные изделия без глютена с добавлением конопли, изучены их свойства и биологическая ценность [27, 28]. Апробировано использование конопли в качестве добавки для производства медовухи, традиционного напитка, производимого путем ферментации [29].

Заключение. Таким образом, показана эффективность использования продуктов переработки конопли в медицине при лечении и профилактике ряда заболеваний. Оценена возможность биопотенциала продуктов переработки конопли как перспективного сырья в технологиях функциональных продуктов. Необходимо отметить строгое соблюдение нормативных требований к показателям качества и безопасности применяемой в технологии индустрии питания продуктов переработки конопли, а также определении показателей для идентификации функциональной направленности при добавлении конопли в пищевые продукты для обеспечения безопасности их использования в продуктах питания.

Список источников

1. The use of phytochemicals in the therapeutic, food, aromatic and cosmetic industries / A. Kavatra [et al.] // *Phytochemical genomics: plant metabolism and genomics of medicinal plants*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. P. 85–108.
2. Industrial hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an emerging source for value-added functional food ingredients and nutraceuticals / H.V. Rupasinghe [et al.] // *Molecules*. 2020. 25 (18):4078. DOI: 10.3390/molecules25184078.
3. Резниченко И.Ю. Перспективы переработки и развития рынка продуктов с использованием *Cannabis Sativa* L. // Научно-практические аспекты развития АПК: мат-лы нац. науч. конф. Красноярск, 2023. С. 233–234.
4. Серков В.А., Кабунина И.В. К аспекту нормативно-правового регулирования выращивания и переработки конопли посевной в России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022. № 1 (385). С. 99–102. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_1_99.
5. Small E. Evolution and classification of *Cannabis sativa* (marijuana, hemp) in relation to human utilization // *The Botanical Review*. 2015. 81 (3):189–294. DOI: 10.1007/s12229-015-9157-3.
6. A comprehensive review of cannabis potency in the USA in the last decade / M.A. El Sohly [et al.] // *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging*. 2021;6(6):603–6.
7. Кабунина И.В. Современный опыт и перспективы переработки технической конопли в России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 6 (384). С. 34–37. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-6-34-37.
8. Water extract from inflorescences of industrial hemp futura 75 variety as a source of anti-inflammatory, anti-proliferative and antimycotic agents: Results from in silico, in vitro and ex vivo studies / G. Orlando [et al.] // *Antioxidants*. 2020. Т. 9. № 5. С. 437.
9. Effect of malting on nutritional and antioxidant properties of the seeds of two industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars / B.L. Farinon [et al.] // *Food Chemistry*. 2022. 370:131348. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131348.
10. Potin F., Saurel R. Hemp seed as a source of food proteins. *Sustain Agric Rev* 42 Hemp Prod Appl. 2020;42:265.
11. Contents of phytochemicals and antinutritional factors in commercial protein-rich plant products / P.H. Mattila [et al.] // *Food Qual Saf*. 2018;2:213–9.
12. Pihlanto A., Nurmi M., Mäkinen S. Hempseed protein: processing and functional properties. *Sustain Agric Rev*. 2020;42:223–37.

13. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications / *W. Leonard* [et al.] // *Comprehensive Review-sin Food Science and Food Safety*. 2020. 19 (1):282–308. DOI: 10.1111/1541-4337.12517.
14. Effect of genotype and growing year on the nutritional, phytochemical, and antioxidant properties of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds / *M. Irakli* [et al.] // *Antioxidants*. 2019;8:491.
15. Industrial Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an emerging source for value-added functional food ingredients and nutraceuticals / *H.P.V. Rupasinghe* [et al.] // *Molecules*. 2020;25:1–24.
16. Cannflavins from hemp sprouts, a novel cannabinoid-free hemp food product, target microsomal prostaglandin E2 synthase-1 and 5-lipoxygenase / *O. Werz* [et al.] // *Pharma-Nutrition*. 2014. 2 (3):53–60. DOI: 10.1016/j.phanu.2014.05.001
17. Studies regarding treatments of LED-s emitted light on sprouting hemp (*Cannabis sativa* L.) / *O.A. Livadariu* [et al.] // *Romanian Biotechnological Letters*. 2019. 24 (3):485–90. DOI: 10.25083/rbl/24.3/485.490
18. Investigation of suitable seed sizes, segregation of ripe seeds, and improved germination rate for the commercial production of hemp sprouts (*Cannabis sativa* L.) / *Y.H. Moon* [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. 100 (7):2819–27.
19. Anti-obesity effect of *Cannabis sativa* seed flour from Khlalfa of Taounate region (Northern of Morocco) in high caloric diet-induced obese mice / *M. Bouarfa* [et al.] // *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2020. 13 (11):139–44
20. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition / *C. Leizer* [et al.] // *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*. 2000. 2 (4):35–53. DOI: 10.1300/J133v02n04_04.
21. Structural and antihypertensive properties of enzymatic hemp seed protein hydrolysates / *S.A. Malomo* [et al.] // *Nutrients*. 2015. 7 (9):7616–32.
22. Anticancer property of hemp bioactive peptides in Hep3B liver cancer cells through Akt/GSK3 β / β catenin signaling pathway / *L.-H. Wei* [et al.] // *Food Science & Nutrition*. 2021. 9 (4):1833–41. DOI: 10.1002/fsn3.1976.
23. New insights on hemp oil enriched in Cannabidiol: Decarboxylation, antioxidant properties and in vitro anticancer effect / *A.R. Petrovici* [et al.] // *Antioxidants*. 2021. 10 (5):738. DOI: 10.3390/antiox10050738.
24. Acute effects of hemp protein on postprandial glycemia and insulin responses in adults / *R.C. Mollard* [et al.] // *The FASEB Journal*. 2017. 31:966–28-966.928.
25. *Петренко А.В., Илларионова В.В., Булубашев Г.П.* Перспективы комплексной переработки плодов бесканнабиоидной конопли для производства пищевых продуктов широкого ассортимента // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2022. № 2-3 (386-387). С. 11–15. DOI: 10.26297/0579-3009.2022.2-3.2.
26. Оценка пищевой ценности муки конопляной относительно традиционных видов безглютеновой муки / *Л.Г. Ермош* [и др.] // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 8 (185). С. 194–201.
27. Evaluation of the quality, nutritional value and antioxidant activity of gluten-free biscuits made from corn-acorn flour or corn-hemp flour composites / *A. Korus* [et al.] // *European Food Research and Technology*. 2017. 243 (8):1429–38. DOI:10.1007/s00217-017-2853-y.
28. *Гончарова А.А., Ущановский В.И., Миневич И.Э.* Влияние продуктов переработки семян конопли на потребительские свойства мучных кондитерских изделий // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2022. № 3. С. 120–133. DOI: 10.36107/spfp.2022.291.
29. Characterization of a new type of mead fermented with *Cannabis sativa* L.(hemp) / *R. Romano* [et al.] // *Journal of Food Science*. 2021. 86 (3):874–80.

References

1. The use of phytochemicals in the therapeutic, food, aromatic and cosmetic industries / *A. Kavatra* [et al.] // *Phytochemical genomics: plant metabolism and genomics of medicinal plants*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. P. 85–108.

2. Industrial hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an emerging source for value-added functional food ingredients and nutraceuticals / *H.V. Rupasinghe* [et al.] // *Molecules*. 2020. 25 (18):4078. DOI: 10.3390/molecules25184078.
3. *Reznichenko I.Yu.* Perspektivy pererabotki i razvitiya rynka produktov s ispol'zovaniem *Cannabis Sativa* L. // *Nauchno-prakticheskie aspekty razvitiya APK: mat-ly nac. nauch. konf. Krasnoyarsk, 2023. S. 233–234.*
4. *Serkov V.A., Kabunina I.V.* K aspektu normativno-pravovogo regulirovaniya vyraschivaniya i pererabotki konopli posevnoj v Rossii // *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal*. 2022. № 1 (385). S. 99–102. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_1_99.
5. *Small E.* Evolution and classification of *Cannabis sativa* (marijuana, hemp) in relation to human utilization // *The Botanical Review*. 2015. 81 (3):189–294. DOI: 10.1007/s12229-015-9157-3.
6. A comprehensive review of cannabis potency in the USA in the last decade / *M.A. El Sohly* [et al.] // *Biol Psychiatry CognNeurosci Neuroimaging*. 2021;6(6):603-6.
7. *Kabunina I.V.* Sovremennyy opyt i perspektivy pererabotki tehniceskoy konopli v Rossii // *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal*. 2021. № 6 (384). S. 34–37. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-6-34-37.
8. Water extract from inflorescences of industrial hemp futura 75 variety as a source of anti-inflammatory, anti-proliferative and antimycotic agents: Results from in silico, in vitro and ex vivo studies / *G. Orlando* [et al.] // *Antioxidants*. 2020. T. 9. №. 5. S. 437.
9. Effect of malting on nutritional and antioxidant properties of the seeds of two industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars / *B.L. Farinon* [et al.] // *Food Chemistry*. 2022. 370:131348. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131348.
10. *Potin F., Saurel R.* Hemp seed as a source of food proteins. *Sustain Agric Rev* 42 *Hemp Prod Appl*. 2020;42:265.
11. Contents of phytochemicals and antinutritional factors in commercial protein-rich plant products / *P.H. Mattila* [et al.] // *Food QualSaf*. 2018;2:213-9.
12. *Pihlanto A., Nurmi M., Mäkinen S.* Hempseed protein: processing and functional properties. *Sustain Agric Rev*. 2020;42:223-37.
13. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications / *W. Leonard* [et al.] // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020. 19 (1):282–308. DOI: 10.1111/1541-4337.12517.
14. Effect of genotype and growing year on the nutritional, phytochemical, and antioxidant properties of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds / *M. Irakli* [et al.] // *Antioxidants*. 2019;8:491.
15. Industrial Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an emerging source for value-added functional food ingredients and nutraceuticals / *H.P.V. Rupasinghe* [et al.] // *Molecules*. 2020;25:1–24.
16. Cannflavins from hemp sprouts, a novel cannabinoid-free hemp food product, target microsomal prostaglandin E2 synthase-1 and 5-lipoxygenase / *O. Werz* [et al.] // *Pharma-Nutrition*. 2014. 2 (3):53-60. DOI: 10.1016/j.phanu.2014.05.001
17. Studies regarding treatments of LED-s emitted light on sprouting hemp (*Cannabis sativa* L.) / *O.A. Livadariu* [et al.] // *Romanian Biotechnological Letters*. 2019. 24 (3):485–90. DOI: 10.25083/rbl/24.3/485.490
18. Investigation of suitable seed sizes, segregation of ripe seeds, and improved germination rate for the commercial production of hemp sprouts (*Cannabis sativa* L.) / *Y.H. Moon* [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. 100 (7):2819-27.
19. Anti-obesity effect of *Cannabis sativa* seed flour from Khlalfa of Taounate region (Northern of Morocco) in high caloric diet-induced obese mice / *M. Bouarfa* [et al.] // *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2020. 13 (11):139-44
20. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition / *C. Leizer* [et al.] // *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*. 2000. 2 (4):35-53. DOI: 10.1300/J133v02n04_04.
21. Structural and antihypertensive properties of enzymatic hemp seed protein hydrolysates / *S.A. Malomo* [et al.] // *Nutrients*. 2015. 7 (9):7616-32.

22. Anticancer property of hemp bioactive peptides in Hep3B liver cancer cells through Akt/GSK3 β / β catenin signaling pathway / L.-H. Wei [et al.] // Food Science & Nutrition. 2021. 9 (4):1833-41. DOI: 10.1002/fsn3.1976.
23. New insights on hemp oil enriched in Cannabidiol: Decarboxylation, antioxidant properties and in vitro anticancer effect / A.R. Petrovici [et al.] // Antioxidants. 2021. 10 (5):738. DOI: 10.3390/antiox10050738.
24. Acute effects of hemp protein on postprandial glycemia and insulin responses in adults / R.C. Mollard [et al.] // The FASEB Journal. 2017. 31:966-28-966.928.
25. Petrenko A.V., Illarionova V.V., Bulubashev G.P. Perspektivy kompleksnoj pererabotki plodov beskannaboidnoj konopli dlya proizvodstva pischevyh produktov shirokogo assortimenta // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pischevaya tehnologiya. 2022. № 2-3 (386-387). S. 11–15. DOI: 10.26297/0579-3009.2022.2-3.2.
26. Ocenka pischevoj cennosti muki konoplyanoj otnositel'no tradicionnyh vidov bezglutenovoj muki / L.G. Ermosh [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 8 (185). S. 194–201.
27. Evaluation of the quality, nutritional value and antioxidant activity of gluten-free biscuits made from corn-acorn flour or corn-hemp flour composites / A. Korus [et al.] // European Food Research and Technology. 2017. 243 (8):1429-38. DOI:10.1007/s00217-017-2853-y.
28. Goncharova A.A., Uschapovskij V.I., Minevich I.E. Vliyanie produktov pererabotki semyan konopli na potrebitel'skie svoystva muchnyh konditerskih izdelij // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. 2022. № 3. S. 120-133. DOI: 10.36107/spfp.2022. 291.
29. Characterization of a new type of mead fermented with *Cannabis sativa* L.(hemp) / R. Romano [et al.] // Journal of Food Science. 2021. 86 (3):874-80.

Статья принята к публикации 15.05.2023 / The article accepted for publication 15.05.2023.

Информация об авторах:

Ирина Юрьевна Резниченко¹, доктор техн. наук, профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания

Татьяна Александровна Мирошина², канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры педагогических технологий

Information about the authors:

Irina Yurievna Reznichenko¹, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Biotechnology and Food Production

Tatyana Aleksandrovna Miroshina², Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Associate Professor at the Department of Educational Technologies

