

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЕМЯН ЧИА В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

¹Т. А. Исригова, доктор сельскохозяйственных наук

^{2,3}А. А. Лукин, кандидат технических наук, доцент

²Л. А. Штриккер, ассистент

¹Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джамбулатова

²Южно-Уральский государственный аграрный университет

³Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)

E-mail: isrigova@mail.ru

Ключевые слова: чиа, функциональный ингредиент, белки, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, полифенолы, органолептические показатели.

Реферат. Шалфей испанский (*Salvia hispanica*), также известный как чиа, – это травянистое растение, относящееся к семейству яснотковых. Эти семена активно культивируются в коммерческих целях в таких странах, как Мексика, Гватемала, Боливия, Австралия, Перу, Аргентина, а также в Америке и Европе. Шалфей испанский давно признан важным продуктом в пищевой культуре древних цивилизаций, где его семена были основным элементом рациона. Семена чиа являются отличным источником макроэлементов и различных биоактивных соединений. Многочисленные исследования подтвердили их положительное влияние на здоровье человека благодаря уникальному химическому составу. Эти семена содержат значительное количество полифенолов, которые обладают мощными антиоксидантными свойствами. Семена, мука, масло и слизь (гель) чиа используются для создания новых продуктов. Чиа успешно интегрирована в разнообразные пищевые изделия и напитки, включая мясные продукты, спортивные напитки, выпечку, мороженое, замороженные десерты, закуски, молочные продукты, функциональные напитки и безглютеновые продукты. Питательные и технологические преимущества чиа включают улучшение жирнокислотного профиля, повышение антиоксидантной активности, использование в качестве заменителя жира и общее улучшение питательной ценности. Кроме того, семена чиа являются универсальным ингредиентом для разнообразных кулинарных применений. Функциональные продукты питания становятся все более популярными, особенно в странах с развитыми экономиками. Это связано с изменением образа жизни и растущим интересом к преимуществам биоактивных диетических компонентов. Включение семян чиа в рецептуры может способствовать созданию функциональных продуктов, добавляя дополнительные пищевые волокна, фенольные соединения и растительный белок. Семена чиа обладают многообещающим потенциалом в качестве функционального ингредиента благодаря своему выдающемуся пищевому профилю.

PROSPECTS FOR USING CHIA SEEDS IN FOOD TECHNOLOGY

¹T. A. Isrigova, Doctor of Agricultural Sciences

^{2,3}A. A. Lukin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

²L. A. Shtrikker, Assistant

¹Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov

²South Ural State Agrarian University

³South Ural State University (National Research University)

Keywords: chia, functional ingredient, proteins, dietary fiber, polyunsaturated fatty acids, polyphenols, organoleptic properties.

Abstract. *Salvia hispanica*, also known as chia, is a herbaceous plant belonging to the mint family. These seeds are widely cultivated commercially in countries such as Mexico, Guatemala, Bolivia, Australia, Peru, Argentina, as well as in America and Europe. *Salvia hispanica* has long been recognized as an important product in ancient civilizations, where its seeds were a staple diet. Chia seeds are an excellent source of macronutrients

and various bioactive compounds. Numerous studies have confirmed their positive effects on human health due to their unique chemical composition. These seeds contain significant amounts of polyphenols, which have powerful antioxidant properties. Chia seeds, flour, oil, and mucilage (gel) are used to create new products. Chia has been successfully integrated into a variety of food and beverage products, including meat products, sports drinks, baked goods, ice cream, frozen desserts, snacks, dairy products, functional drinks, and gluten-free products. The nutritional and technological benefits of chia include improved fatty acid profile, increased antioxidant activity, use as a fat substitute, and overall improved nutritional value. In addition, chia seeds are a versatile ingredient for a variety of culinary applications. Functional foods are becoming increasingly popular, especially in developed economies. This is due to changing lifestyles and growing interest in the benefits of bioactive dietary components. Incorporating chia seeds into formulations can contribute to the creation of functional foods by adding additional dietary fiber, phenolic compounds, and plant protein. Chia seeds have promising potential as a functional ingredient due to their outstanding nutritional profile.

Семейство яснотковых включает одну из самых известных однолетних трав – *Salvia hispanica* L. (рис. 1), которая естественно растет в Южной Мексике и Северной Гватемале. Семена этой травы, известные как семена чиа (рис. 2), широко применяются в пищевой промышленности [1–3]. Чиа культивируется на протяжении тысячелетий и использовалась в народной медицине и традиционных напитках ацтеков и майя в доколумбовый период. Высокое содержание линолевой и линоленовой кислот, а также растворимых и нерастворимых пищевых волокон, фитохимических веществ, минералов, витаминов и фенолов в семенах чиа привлекло внимание производителей пищевых продуктов, которые используют их для создания питательной и здоровой продукции, такой как хлеб, энергетические батончики, диетические добавки и даже корма для животных [4].



Рис. 1. Шалфей испанский (*Salvia hispanica*)
Fig. 1. Spanish sage (*Salvia hispanica*)



Рис. 2. Внешний вид семян чиа
Fig. 2. Appearance of chia seeds

Кроме того, рост распространённости сердечно-сосудистых заболеваний, высокого уровня холестерина, заболеваемости раком, диабетом и ожирением сделал семена чиа важным средством их профилактики среди населения [5]. В семенах чиа в среднем содержится 30–33 % жиров, 6 % влаги, 15–25 % белка, 18–30 % клетчатки и 26–41 % углеводов, что делает семена чиа ценным ингредиентом как в кулинарии, так и в медицине.

Обзор промышленного потенциала семян чиа был проведен на основе анализа научных исследований, касающихся различных отраслей, таких как хлебопекарная, молочная, масложировая и макаронная промышленность. В большинстве исследований использовались пропорции семян чиа, муки чиа, слизи чиа или масла семян чиа в диапазоне от 2,5 до 20,0 %, как в чистом виде, так и в различных комбинациях [6–10]. Все исследования показали, что

полученные продукты обладают повышенным содержанием питательных веществ, особенно полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Однако с увеличением доли семян чиа могут возникнуть определенные технические ограничения.

Данное исследование было проведено на основе анализа опубликованных работ по заявленной теме, которые были найдены в базах данных eLibrary, Scopus, Google Scholar и Web of Science.

Масложировая продукция. Майонез представляет собой пищевую эмульсию с высокой калорийностью типа «масло в воде», в основном состоящую из масел, воды, яичного желтка и уксуса. Яичный желток выполняет роль эффективного эмульгатора. Однако растущий интерес к продуктам, богатым ПНЖК, а также к обезжиренным и безъичным вариантам майонезов побудил производителей искать альтернативные ингредиенты. Одним из таких ингредиентов являются семена чиа, обладающие тремя важными свойствами – высоким содержанием ПНЖК, способностью имитировать жир, способностью имитировать яйца.

В частности, S. S. Fernandes и M. de las M. Salas. Mellado (2018) использовали лиофилизированную слизь семян чиа в качестве замены жира и яиц [11]. Майонезы с заменой яиц получили более высокие оценки по общему качеству, в сравнении с майонезами с заменой масла, почти сравнявшись с коммерческими вариантами. Тем не менее замена масла на 45 % позволяет снизить содержание жира на 50 % и обеспечивает высокую стабильность. В то же время замена яиц на 35 % приводит к снижению жира всего на 0,94 %, а эмульсия при этом демонстрирует меньшую стабильность.

V. M. Rojas использовал микрокапсулированные семена чиа в сочетании с семенами тыквы и маслом бару для увеличения содержания ПНЖК в майонезе [12]. В результате майонез стал содержать больше ПНЖК, а также приобрел более высокую термостабильность и защиту от окисления благодаря полифенолам, содержащимся в семенах чиа.

Молочная промышленность. Для основных молочных продуктов, таких как масло, сыры и свежие молочные изделия (включая йогурт, который стал популярным почти во всех регионах мира), прогнозируется объем производства около 13,593; 26,193 и 103,000 миллионов тонн соответственно к 2026 г. (OECD and FAO, 2017). В связи с этим исследователи, диетологи и специалисты в области пищевых технологий начали отмечать использование семян чиа в рецептурах этих основных продуктов.

Существует несколько исследовательских статей, которые указывают на возможное использование семян чиа в производстве молочных продуктов, таких как йогурт, сыр и мороженое.

H. S. Kwon и коллеги (2019) обогатили йогурт водным и этаноловым экстрактами семян чиа в концентрациях 0,05 % и 0,10 % соответственно. Результаты исследования показали значительное улучшение таких характеристик, как вязкость, синерезис, водоудерживающая способность, скорость ферментации, рост молочнокислых бактерий и активность по удалению свободных радикалов. Кроме того, этаноловый экстракт чиа способствовал ингибированию перекиси водорода, образующейся из липополисахаридов, содержащихся в клетках толстой кишки человека [13].

Также было установлено, что при приготовлении сыра из козьего молока с добавлением масла семян чиа в концентрации около 3–5 г/л положительно сказывалось на выходе сыра и содержании α -линоленовой кислоты, не влияя при этом на рост бактерий, коагуляцию и созревание сыра [14].

Исследования показали, что слизь семян чиа может полностью заменить эмульгаторы и стабилизаторы в рецептах мороженого. Это, в свою очередь, улучшает текстуру, воздушность и характеристики продукта, хотя и делает его цвет более темным [15].

Макаронная промышленность. Макароны – это популярный продукт, занимающий по востребованности второе место после хлеба, и изготавливаемый на основе злакового сырья, такого как пшеничная мука и манная крупа. Хотя макароны являются отличным источником энергии благодаря высокому содержанию углеводов, они содержат мало пищевых волокон, витаминов и минералов. В связи с этим было проведено множество исследований, направленных на обогащение макарон различными добавками, такими как листья или мука сорго, водоросли, орегано, морковь, мука амаранта и др.

Семена чиа благодаря высокому содержанию пищевых волокон, ПНЖК, белка и антиоксидантов, привлекли внимание исследователей, которые начали изучать их потенциал для переработки и использования в производстве макаронных изделий.

С. Aranibar и его коллеги (2018) приготовили макароны, используя частично обезжиренную муку чиа в пропорциях 2,5 %, 5,0 % и 10,0 %. В ходе исследования макаронные изделия оценивались по питательным и технологическим характеристикам, включая текстуру, цвет, микроструктуру, содержание белка и волокон, уровень полифенолов, антиоксидантную активность, а также сенсорные оценки [16].

Замена 10 % молотых семян чиа приводит к увеличению содержания макро- и микроэлементов, таких как Ca, Mg, P, Cu, Zn и Fe, в 2,2; 2,0; 1,4; 2,0; 1,5 и 3,5 раза соответственно [17]. Кроме того, такая замена обеспечивает стабильность макарон при хранении до 15 дней, не влияя на их цвет, питательные вещества и микрокристаллическую структуру.

Помимо питательных параметров также важны диетические характеристики продукта: целиакия и непереносимость глютена, возникающие в результате длительного потребления глютенного белка, побуждают потребителей переходить от обычных макарон с глютенном к безглютеновым вариантам, поскольку единственным эффективным решением для этих заболеваний является пожизненный отказ от продуктов, содержащих глютен.

В результате проведенных исследований по созданию безглютеновых макаронных изделий было установлено, что они часто содержат больше насыщенных жиров и меньше других необходимых питательных веществ. Это связано с тем, что такие изделия обычно изготавливаются из очищенной муки или крахмалов без добавления необходимых витаминов и минералов. Однако использование семян чиа, которые не содержат глютен и обладают высоким питательным профилем, стало стимулом для разработки более питательных безглютеновых макаронных изделий.

Недавно исследователи также разработали безглютеновую лапшу, аналогичную безглютеновым макаронам, однако такие разработки встречаются довольно редко. Н. Levent (2017) создал безглютеновую лапшу, добавив до 30 % муки из семян чиа, и обнаружил, что это значительно увеличивает содержание белка, жира, фенолов, а также антиоксидантную активность в 1,7; 5,5; 2,0 и 2,6 раза соответственно. Кроме того, такая добавка позволяет покрыть рекомендуемую суточную норму важных минералов, таких как кальций, фосфор, калий, магний, железо и цинк, на 22 %, 2 %, 19 %, 32 %, 25 % и 19 % соответственно. Однако использование 30 % муки из семян чиа приводит к ухудшению гладкости поверхности, увеличению количества пятен и изменению внешнего вида сырой лапши, а также снижению жевательных свойств готового продукта. Поэтому оптимальным вариантом будет добавление 20 % муки из семян чиа, так как это минимизирует негативное влияние на сенсорные характеристики [18].

Хлебопекарная промышленность. Распространенные пищевые заболевания, такие как ожирение, диабет и непереносимость глютена, а также другие проблемы с желудочно-кишечным трактом часто возникают из-за длительного употребления продуктов с низким содержанием клетчатки. Это побудило пекарей использовать семена чиа для создания различных хлебобулочных изделий, включая обезжиренный безглютеновый хлеб, печенье и торты.

Хлеб, являющийся основным продуктом питания для многих людей по всему миру, требует использования для его изготовления новых ингредиентов, обладающих первостепенными питательными и полезными для здоровья свойствами.

Корейское исследование, посвященное качественным характеристикам хлеба с добавлением около 3 % молотых семян чиа, показало результаты, значительно отличающиеся от других исследований. Оно стало единственным, указывающим на более высокий удельный объем и меньшую твердость по сравнению с хлебом без добавления чиа [19]. Кроме того, хлеб с чиа получил более высокую оценку по сенсорным характеристикам, чем его аналог без этого ингредиента.

Аналогично, V. Zettel и коллеги (2015) выявили, что хлеб с добавлением геля чиа в концентрации 1–3 % имеет более низкую твердость по сравнению с хлебом без чиа. Однако следует отметить, что гель оказывает менее значительное влияние на общее качество хлеба, поскольку увеличение его количества может привести к тому, что хлеб станет слишком мягким и липким [20].

B. Sayed-Ahmad и коллеги (2018) исследовали обогащение хлеба с использованием 2–6 % муки и жмыха из семян чиа. Хотя хлеб с добавлением чиа продемонстрировал меньшую твердость, как и показало корейское исследование, и увеличенное содержание питательных веществ, особенно при использовании жмыха из семян чиа, что привело к более высокому уровню углеводов, белков и жиров по сравнению с хлебом с мукой из семян чиа, его сенсорная приемлемость оказалась на 10 % ниже, чем у хлеба без семян чиа. Кроме того, в исследовании не были оценены такие качественные параметры, как объем буханки и мягкость хлеба.

Жиры играют ключевую роль в производстве хлеба, так как они способствуют аэрации теста, улучшают текстуру продукта, увеличивают объем буханки и замедляют ретроградацию крахмала. Семена чиа благодаря высокому содержанию слизи могут имитировать действие жиров, что позволяет значительно сократить их количество без негативного влияния на восприятие продукта потребителями.

S. S. Fernandes и M. de las M. Salas-Mellado (2017) провели исследование по приготовлению хлеба, заменив жир на клейкое вещество чиа в пропорциях 25,0 %, 50,0 %, 75,0 % и 100,0 %. Они установили, что клейкое вещество чиа может заменить до 56,6 % жира. Обезжиренный хлеб соответствовал технологическим и сенсорным параметрам, за исключением небольшого влияния на удельный объем и твердость мякиша. Однако хлеб, в котором 75,0 % и 100,0 % жира были заменены клейким веществом чиа, высушенным при 50 °C, продемонстрировал более высокие показатели [22].

Универсальный состав семян чиа делает их идеальным ингредиентом для приготовления безглютенового печенья, обеспечивая при этом высокую питательную ценность и лучшую приемлемость для потребителей. Для достижения этой цели можно использовать два подхода: либо применять семена чиа в чистом виде, либо сочетать их с другими ингредиентами.

Z. Gharaie и др. (2018) приготовили печенье, используя муку из семян чиа вместе с мукой из семян киноа, около 5–15 % для обоих видов муки. Печенье, по сравнению с изделиями с незамещенной мукой, имеет повышенное содержание питательных веществ, в частности ω -3 и полифенолов, что увеличивает срок его хранения. Кроме того, печенье набрало 6 баллов по 9-балльной гедонической шкале [23].

M. Mesías и коллеги (2016) провели исследование, в котором использовали только семена чиа, анализируя соотношение различных концентраций (от 0 до 20 %) по сравнению с применением пшеничной муки [24]. Это исследование стало первым, в котором оценивались как питательные качества, так и аспекты безопасности. Установлено, что увеличение доли муки из семян чиа повышает содержание питательных веществ, однако это также может привести к увеличению уровня загрязняющих веществ, таких как акриламид, гидроксиметилфурфурол, фурфурол и дикарбонильные соединения, включая метилглиоксаль и глиоксаль. Кроме того, в

печеньях с семенами чиа наблюдалось более выраженное окисление липидов, что сокращает их срок годности.

Таким образом, уникальный состав семян чиа делает их ценным ингредиентом в пищевой промышленности при условии соблюдения определенных пропорций. Высокое содержание полезных жиров, отсутствие глютена, насыщенность клетчаткой, витаминами и минералами, а также наличие полифенольных соединений расширяют их применение в производстве разнообразных продуктов как для здоровых людей, так и для пациентов с диабетом, целиакией, непереносимостью глютена, ожирением и сердечно-сосудистыми заболеваниями. С точки зрения питания, исследования подтверждают увеличение содержания питательных веществ в продуктах с чиа, однако лишь немногие работы изучали влияние семян чиа на качественные характеристики готовых продуктов.

Семена чиа могут использоваться различными способами: в виде целых или сырых семян (как гидратированных, так и нет), муки, масла и слизи. Эти семена находят применение в различных отраслях, таких как хлебопекарная, молочная, мясная, масложировая, производство напитков, экструзия, закуска и упаковка. Наибольшее количество исследований было сосредоточено на хлебопекарной отрасли, в то время как молочной и экструзионной промышленности и производству напитков уделялось меньше внимания. Исследования показывают, что добавление 1–20 % семян чиа может повысить пищевую ценность продуктов, однако более высокая концентрация может негативно сказаться на их коммерческом качестве. Тем не менее, как показывает большинство исследований, добавление 2,5 % чиа приводит к созданию продуктов с более высокой питательной ценностью с меньшим ухудшением технологического качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Strategies for Incorporation of Chia (Salvia hispanica L.) in Frankfurters as a Health-Promoting Ingredient* / T. Pintado, A. M. Herrero, F. Jiménez-Colmenero, C. Ruiz-Capillas // *Meat Sci.* – 2016. – No. 114. – P. 75–84.
2. *Functional Emulsion Gels as Pork Back Fat Replacers in Bologna Sausage* / C. de Souza Paglarini, G. de Figueiredo Furtado, A. R. Honório [et al.] // *Food Struct.* – 2019. – No. 20. – P. 100105.
3. *Improving the Lipid Profile of Bologna Type Sausages with Echium (Echium Plantagineum L.) Oil and Chia (Salvia hispanica L.) Flour* / M. A. Pires, J. Barros, I. Rodrigues [et al.] // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2020. – No. 119. – P. 108907.
4. *Nutritional composition in the Chia seed and its processing properties on restructured ham-like products* / Y. Ding, Y.-L. Lin, D.-J. Yang [et al.] // *J Food Drug Anal.* – 2017. – No. 26 (1). – P. 124–134.
5. *Defatted Chia Flour as Functional Ingredient in Sweet Cookies. How Do Processing, Simulated Gastrointestinal Digestion and Colonic Fermentation Affect Its Antioxidant Properties?* / A. L. Mas, F. I. Brigante, E. Salvucci [et al.] // *Food Chem.* – 2020. – No. 316. – P. 126279.
6. *Chia (Salvia hispanica L.) Mucilage as a New Fat Substitute in Emulsified Meat Products: Technological, Physicochemical, and Rheological Characterization* / A. K. F. I. Câmara, P. K. Okuro, R. L. da Cunha [et al.] // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2020. – No. 125. – P. 109193.
7. *Emulsion Gels Prepared with Chia Mucilage and Olive Oil as a New Animal Fat Replacer in Beef Patties* / S. Liu, J. Lu, J. Zhang [et al.] // *J. Food Process. Preserv.* – 2022. – No. 46. – P. e16972.
8. *Effect of Guarana (Paullinia cupana) Seed and Pitanga (Eugenia uniflora L.) Leaf Extracts on Lamb Burgers with Fat Replacement by Chia Oil Emulsion during Shelf Life Storage at 2 °C* / F. A. L. de Carvalho, J. M. Lorenzo, M. Pateiro [et al.] // *Food Res. Int.* – 2019. – No. 125. – P. 108554.
9. *Hydrogelled Emulsion from Chia and Linseed Oils: A Promising Strategy to Produce Low-Fat Burgers with a Healthier Lipid Profile* / R. T. Heck, E. Saldaña, J. M. Lorenzo [et al.] // *Meat Sci.* – 2019. – No. 156. – P. 174–182.

10. *Assessment of Emulsion Gels Formulated with Chestnut (Castanea sativa M.) Flour and Chia (Salvia hispanica L.) Oil as Partial Fat Replacers in Pork Burger Formulation* / R. Lucas-González, A. Roldán-Verdú, E. Sayas-Barberá [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* – 2020. – No. 100. – P. 1265–1273.
11. *Fernandes S. S., Salas-Mellado M. de las M.* Development of mayonnaise with substitution of oil or egg yolk by the addition of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage // *Journal of Food Science.* – 2018. – No. 83 (1). – P. 74–83.
12. *Formulation of mayonnaises containing PUFAs by the addition of microencapsulated chia seeds, pumpkin seeds and baru oils* / V. M. Rojas, L. F. da Costa Baptista Marconi, A. Guimarães-Inácio [et al.] // *Food Chemistry.* – 2019. – No. 274. – P. 220–227.
13. *Chia seed extract enhances physiochemical and antioxidant properties of yogurt* / H. C. Kwon, H. Bae, H. G. Seo, S. G. Han // *Journal of dairy science.* – 2019. – No. 102 (6). – P. 4870–4876.
14. *Enrichment of sheep cheese with chia (Salvia hispanica L.) oil as a source of omega-3* / N. Munoz-Tebar, J. A. de la Vara, G. O. de Elguea-Culebras [et al.] // *LWT. – Food Sci. Technol.* – 2019. – No. 108. – P. 407–415.
15. *Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier* / B. E. Campos, T. D. Ruivo, M. R. da Silva Scapim [et al.] // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2016. – No. 65. – P. 874–883.
16. *Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta* / C. Aranibar, N. B. Pigni, M. Martinez [et al.] // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2018. – No. 89. – P. 381–387.
17. *Naumova N., Lukin A., Erlikh V.* Quality and nutritional value of pasta products with added ground chia seeds // *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* – 2017. – No. 23 (5). – P. 860–865.
18. *Levent H.* Effect of partial substitution of gluten free flour mixtures with chia (*Salvia hispanica* L.) flour on quality of gluten-free noodles // *Journal of food science and technology.* – 2017. – No. 54 (7). – P. 1971–1978.
19. *Lee S. B.* Quality characteristics of bread added on chia seed powder // *Korean Journal of Human Ecology.* – 2013. – No. 22 (6). – P. 723–736.
20. *Influence of gel from ground chia (Salvia hispanica L.) for wheat bread production* / V. Zettel, A. Krämer, F. Hecker, B. Hitzmann // *European Food Research and Technology.* – 2015. – No. 240 (3). – P. 655–662.
21. *Evaluation of nutritional and technological attributes of whole wheat based bread fortified with chia flour* / B. Sayed-Ahmad, T. Talou, E. Straumite [et al.] // *Foods.* – 2018. – No. 7 (9). – P. 135.
22. *Fernandes S.S., Salas-Mellado M. de las M.* Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes // *Food Chemistry.* – 2017. – No. 227. – P. 237–244.
23. *Gum tragacanth oil/gels as an alternative to shortening in cookies: Rheological, chemical and textural properties* / Z. Gharai, M. H. Azizi, M. Barzegar, H. A. Gavligi // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2019. – No. 105. – P. 265–271.
24. *Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour* / M. Mesias, F. Holgado, G. Marquez-Ruiz, F. J. Morales // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2016. – No. 73. – P. 528–535.

REFERENCES

1. *Pintado T., Herrero A. M., Jiménez-Colmenero F., Ruiz-Capillas C.* Strategies for Incorporation of Chia (*Salvia hispanica* L.) in Frankfurters as a Health-Promoting Ingredient, *Meat Sc*, 2016, No. 114, P. 75–84.
2. *C. de Souza Paglarini, G. de Figueiredo Furtado, A. R. Honório et al.* Functional Emulsion Gels as Pork Back Fat Replacers in Bologna Sausage, *Food Struct*, 2019, No. 20, P. 100105.
3. *Pires M. A., Barros J., Rodrigues I. et al.* Improving the Lipid Profile of Bologna Type Sausages with Echium (*Echium Plantagineum* L.) Oil and Chia (*Salvia hispanica* L.) Flour, *LWT – Food Sci. Technol*, 2020, No. 119, P. 108907.
4. *Ding Y., Lin Y.-L., Yang D.-J. et al.* Nutritional composition in the Chia seed and its processing properties on restructured ham-like products, *J Food Drug Anal*, 2017, No. 26 (1), P. 124–134.
5. *Mas A. L., Brigante F. I., Salvucci E. et al.* Defatted Chia Flour as Functional Ingredient in Sweet Cookies. How Do Processing, Simulated Gastrointestinal Digestion and Colonic Fermentation Affect Its Antioxidant Properties? *Food Chem*, 2020, No. 316, P. 126279.

6. Câmara A. K. F. I., Okuro P. K., da Cunha R. L., et al. Chia (*Salvia hispanica* L.) Mucilage as a New Fat Substitute in Emulsified Meat Products: Technological, Physicochemical, and Rheological Characterization, *LWT – Food Sci. Technol*, 2020, No. 125, P. 109193.
7. Liu S., Lu J., Zhang J. et al. Emulsion Gels Prepared with Chia Mucilage and Olive Oil as a New Animal Fat Replacer in Beef Patties, *J. Food Process. Preserv*, 2022, No. 46, P. e16972.
8. De Carvalho F. A. L., Lorenzo J. M., Pateiro M. et al. Effect of Guarana (*Paullinia cupana*) Seed and Pitanga (*Eugenia uniflora* L.) Leaf Extracts on Lamb Burgers with Fat Replacement by Chia Oil Emulsion during Shelf Life Storage at 2 °C, *Food Res. Int*, 2019, No. 125, P. 108554.
9. Heck R. T., Saldaña E., Lorenzo J. M. et al. Hydrogelled Emulsion from Chia and Linseed Oils: A Promising Strategy to Produce Low-Fat Burgers with a Healthier Lipid Profile, *Meat Sci*, 2019, No. 156, P. 174–182.
10. Lucas-González R., Roldán-Verdú A., Sayas-Barberá E. et al. Assessment of Emulsion Gels Formulated with Chestnut (*Castanea sativa* M.) Flour and Chia (*Salvia hispanica* L.) Oil as Partial Fat Replacers in Pork Burger Formulation, *J. Sci. Food Agric*, 2020, No. 100, P. 1265–1273.
11. Fernandes S. S., Salas-Mellado M. de las M. Development of mayonnaise with substitution of oil or egg yolk by the addition of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage, *Journal of Food Science*, 2018, No. 83 (1), P. 74–83.
12. Rojas V. M., da Costa Baptista Marconi L. F., Guimarães-Inácio A. et al. Formulation of mayonnaises containing PUFAs by the addition of microencapsulated chia seeds, pumpkin seeds and baru oils, *Food Chemistry*, 2019, No. 274, P. 220–227.
13. Kwon H. C., Bae H., Seo H. G., Han S. G. Chia seed extract enhances physiochemical and antioxidant properties of yogurt, *Journal of dairy science*, 2019, No. 102 (6), P. 4870–4876.
14. Munoz-Tebar N., de la Vara J. A., de Elguea-Culebras G. O. et al. Enrichment of sheep cheese with chia (*Salvia hispanica* L.) oil as a source of omega-3 / *LWT, Food Sci. Technol*, 2019, No. 108, P. 407–415.
15. Campos B. E., Ruivo T. D., da Silva Scapim M. R. et al. Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier, *LWT – Food Sci. Technol*, 2016, No. 65, P. 874–883.
16. Aranibar C., Pigni N. B., Martinez M. et al. Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta, *LWT – Food Sci. Technol*, 2018, No. 89, P. 381–387.
17. Naumova N., Lukin A., Erlikh V. Quality and nutritional value of pasta products with added ground chia seeds, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2017, No. 23 (5), P. 860–865.
18. Levent H. Effect of partial substitution of gluten free flour mixtures with chia (*Salvia hispanica* L.) flour on quality of gluten-free noodles, *Journal of food science and technology*, 2017, No. 54 (7), P. 1971–1978.
19. Lee S. B. Quality characteristics of bread added on chia seed powder, *Korean Journal of Human Ecology*, 2013, No. 22 (6), P. 723–736.
20. Zettel V., Krämer A., Hecker F., Hitzmann B. Influence of gel from ground chia (*Salvia hispanica* L.) for wheat bread production, *European Food Research and Technology*, 2015, No. 240 (3), P. 655–662.
21. Sayed-Ahmad B., Talou T., Straumite E. et al. Evaluation of nutritional and technological attributes of whole wheat based bread fortified with chia flour, *Foods*, 2018, No. 7 (9), P. 135.
22. Fernandes S.S., Salas-Mellado M. de las M. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes, *Food Chemistry*, 2017, No. 227, P. 237–244.
23. Gharaie Z., Azizi M. H., Barzegar M., Gavligli H. A. Gum tragacanth oil/gels as an alternative to shortening in cookies: Rheological, chemical and textural properties, *LWT – Food Sci. Technol*, 2019, No. 105, P. 265–271.
24. Mesias M., Holgado F., Marquez-Ruiz G., Morales F. J. Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour, *LWT – Food Sci. Technol*, 2016, No. 73, P. 528–535.