

Инулин как основа создания гетерогенной композиции для использования в технологии мясных продуктов пониженной калорийности

Руслан Р. Ряхимов ¹	cragabel@ya.ru	ID 0000-0001-9855-7445
Андрей Б. Лисицын ¹	info@fncps.ru	ID 0000-0002-4079-6950
Сергей Н. Кидяев ²	kidaevsn@mgupp.ru	ID 0000-0002-4089-2475
Елена В. Литвинова ²	litvinovaev@mgupp.ru	ID 0000-0005-5109-7300

¹ ФГБНУ ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Талалихина, 28, г. Москва, 109396, Россия

² Московский государственный университет пищевых производств, Талалихина, 33, г. Москва, 109396, Россия

Аннотация. С технологической точки зрения наличие жира в составе пищевых продуктов придает им необходимую консистенцию, поддерживают величину выхода. Мясопродукты характеризуются высоким содержанием животного жира и хлорида натрия, что нередко приводит к сердечно-сосудистым заболеваниям, ожирению, диабету. В последние годы отмечается тенденция к снижению содержания жира, соли и к обогащению мясных продуктов функциональными пищевыми ингредиентами. Уменьшение массовой доли жира можно достичь путем введения инулина. Пребиотические свойства и альтернатива липидам дают возможность использовать инулин при производстве мясных изделий, в том числе функциональных, без потери пищевых и сенсорных характеристик готового продукта. Были проведены исследования по изучению влияния полисахаридной добавки инулина на модельные образцы и подобрана оптимальная дозировка внесения. На основании результатов, полученных при проведении исследований, было установлено, что замена жирного мясного сырья инулином в количестве 10% является наиболее оптимальной, поскольку наблюдается рост ВУС и ЖУС, что позитивно сказывается на формировании консистенции. Использование пищевого волокна в мясных изделиях положительно сказывается на действии ЖКТ ввиду своей специфичности. Инулин не переваривается пищеварительными ферментами организма человека, тем самым улучшает работу ЖКТ, способствуя стимуляции перистальтики кишечника, ускоряет рост полезной микрофлоры, а также благодаря высокой влагоемкости способствует формированию эластичной массы внутри кишечника, улучшая ее выведение. Для более полной оценки влияния инулина на пищевую ценность мясных систем определена переваримость белков основными ферментами желудочно-кишечного тракта в опытах «in vitro». В ходе эксперимента выявлено, что в контроле переваримость белков выше на 2% по отношению к опытному образцу. Установлено, что на степень переваримости опытного образца инулин не оказывает значительного влияния.

Ключевые слова: инулин, пищевые волокна, пребиотик, функциональные продукты, мясные продукты, пониженная калорийность

Inulin as a basis for creating a heterogeneous composition for use in the technology of low-calorie meat products

Ruslan R. Ryakhimov ¹	cragabel@ya.ru	ID 0000-0001-9855-7445
Andrey B. Lisitsyn ¹	info@fncps.ru	ID 0000-0002-4079-6950
Sergey N. Kidyayev ²	kidaevsn@mgupp.ru	ID 0000-0002-4089-2475
Elena V. Litvinova ²	litvinovaev@mgupp.ru	ID 0000-0005-5109-7300

¹ Moscow State University of Food Production, Talalikhina St., 33 Moscow, 109396, Russia

² Gorbатов Research Center for Food Systems, Talalikhina St., 28 Moscow, 109396, Russia

Abstract. From the technological point of view, the presence of fat in food products gives them the necessary consistency and supports the output value. Meat products are characterized by high levels of animal fat and sodium chloride, often resulting in cardiovascular disease, obesity, and diabetes. In recent years, there has been a downward trend in the content of fat, salt and functional food ingredients for meat products. Mass fat reduction can be achieved by introducing inulin. Prebiotic and fat free properties allow it to be used in meat products, including functional products, without loss of food and sensory characteristics of the finished product. Studies were carried out on the influence of the Inulin polysaccharide additive on model samples and the optimal dosage of the application was selected. Based on the results of the studies, it was found that the substitution of 10% of fatty meat with Inulin is the most optimal as there is an increase in water holding capacity and fat-holding capacity, which has a positive effect on consistency. The use of food fibres in meat products has a positive effect on GI due to its specificity. Inulin is not digestible by human digestive enzymes, thereby improving the gastrointestinal tract, stimulating the peristaltic intestine, accelerating the growth of useful microflora, and thanks to high water holding capacity contributes to the formation of elastic mass inside the intestine and improves its withdrawal. For a more complete assessment of the influence of inulin on the nutritional value of meat systems, the digestibility of proteins by the main enzymes of the gastrointestinal tract in the experiments «in vitro» has been determined. The experiment found that in controlling the digestibility of proteins is 2% higher in relation to the experimental sample. It has been found that the digestibility of the Inulin prototype is not significantly affected.

Keywords: inulin, dietary fiber, prebiotic, functional foods, meat products, reduced calories

Для цитирования

Ряхимов Р.Р., Лисицын А.Б., Кидяев С.Н., Литвинова Е.В. Инулин как основа создания гетерогенной композиции для использования в технологии мясных продуктов пониженной калорийности // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 4. С. 219–225. doi:10.20914/2310-1202-2021-4-219-225

For citation

Ryakhimov R.R., Lisitsyn A.B., Kidyayev S.N., Litvinova E.V. Inulin as a basis for creating a heterogeneous composition for use in the technology of low-calorie meat products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 4. pp. 219–225. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-4-219-225

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

Введение

В последние годы отмечается тенденция к снижению содержания жира и соли в мясной продукции, а также оптимизации жирнокислотного состава. Мясные продукты характеризуются относительно высокой массовой долей жира (до 44%) и хлорида натрия (более 4% – для многих видов мясопродуктов), являются источником насыщенных жирных кислот в рационе человека, имеют высокую энергетическую ценность (около 2000 кДж/100г), что нередко приводит к сердечно-сосудистым заболеваниям, ожирению, диабету и гипертензии [1, 2].

Особое внимание уделяется снижению массовой доли жира и соли, а также обогащению продуктов некоторыми ингредиентами, которые обладают функциональными свойствами: про- и пребиотики, диетическая клетчатка, ненасыщенные жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, натуральные антиоксиданты и т. д., что формирует концепцию функциональных пищевых продуктов [2].

Разработка функциональных мясных продуктов должна соответствовать семи технологическим принципам, среди которых: необходимо учитывать содержание ингредиентов, которые являются дефицитными нутриентами в определенных географических регионах; объем потребляемых продуктов; сохранение сенсорных свойств продуктов в неизменном виде; положительное взаимодействие между ингредиентами; содержание микронутриентов должно обеспечивать 30–50% суточной потребности (в соответствии с критериями Всемирной организацией здравоохранения); естественное содержание использованных ингредиентов в продукте; содержание добавленного ингредиента должно быть указано на упаковке продукта. Указание ингредиентов на упаковке, а также заявления о питательных свойствах должны соответствовать нормативным документам, чтобы не вводить потребителей в заблуждение. Учитывая, что сенсорные свойства мясопродуктов в большой степени зависят от его состава, то снижение жира и одновременное добавление функциональных ингредиентов должно обеспечивать сохранение сенсорных свойств продукта в неизменном виде [3, 4].

Материалы и методы

В качестве исходных объектов исследования использовали: свинина жирная; инулин, производство ООО «Рязанские просторы».

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 9793–2016, рН по ГОСТ Р 51478–99.

Водосвязывающую способность определяли по методу Грау и Хамма в модификации

В.П. Воловиной и Б.И. Кельман, Водоудерживающую способность и жирудерживающую способность определяли по методике Н.Н. Липатова (мл).

Напряжение среза и работу резания определяли с использованием испытательной машины (текстуrometer) TA.XT plus STABLE MICRO SYSTEMS с использованием насадок: «цилиндрическая», «классический нож».

При изучении степени переваримости белков «in vitro» применяли метод Покровского-Ертанова.

Степень гидратации компонентов определяли визуально.

Полученные результаты обрабатывали, используя общепринятые методы вариационной статистики. Различия показателей считали достоверными при значениях достоверного интервала $> 0,05$.

Результаты

Существуют различные подходы к замене жира в мясных продуктах. Например, использование эмульгированных растительных масел, основной проблемой которых является склонность растительных полиненасыщенных жирных кислот к окислению. В мясной промышленности широко используются некоторые гидроколлоиды (каррагинаны, камеди, альгинат и т. д.) в качестве заменителей жира, желирующих веществ и загустителей, но некоторые исследования указывают на возможное неблагоприятное влияние каррагинанов и некоторых камедей на здоровье лабораторных животных, что вызывает беспокойство в отношении их возможного эффекта на людей. В этом отношении, особое внимание уделяется инулину, который благодаря своему составу, технологическим и сенсорным свойствам рассматривается как ценный пребиотик и в то же время как заменитель жира. Кроме того, цена на инулин на рынке невысока, что положительно сказывается на себестоимости конечного продукта. Поэтому изучение пребиотических и жирозаменяющих свойств инулина, а также возможностей его использования в мясных продуктах, приобретает особую актуальность [5-9].

Согласно исследованию конъюнктуры рынка по мировому производству мясных продуктов, среди всех видов мяса свинина занимает первое место – 39,1%, на втором месте мясо птицы – 29,3%, далее идут говядина – 25,0%, баранина – 4,8%, другие виды мяса – 1,8% [7,14-16.] Данное обстоятельство обуславливается рядом причин: высокое многоплодие и молочность свиноматок, раннее вступление их в воспроизводство, высокая

жировое сырье при производстве колбасных изделий, улучшению качественных характеристик готового продукта.

С этой точки зрения полисахарид инулин является весьма интересным и перспективным ингредиентом для изучения. В связи с этим, было изучено его влияние на качественные показатели мясных систем [11–13, 17].

Полученные в соответствии с предусмотренными вариантами фарши модельных мясных систем характеризовались свойствами, представленными в таблице 1.

животного жирного сырья при производстве колбасных изделий, улучшению качественных характеристик готового продукта.

С этой точки зрения полисахарид инулин является весьма интересным и перспективным ингредиентом для изучения. В связи с этим, было изучено его влияние на качественные показатели мясных систем [11–13, 17].

Полученные в соответствии с предусмотренными вариантами фарши модельных мясных систем характеризовались свойствами, представленными в таблице 1.

Таблица 1.

Основные показатели качества мясных систем

Table 1.

The main indicators of the quality of meat systems

Показатели Indicators	Контроль Control	Уровни введения инулина, % Inulin injection levels, %					
		2,5	5	7,5	10	12,5	15
До термической обработки Before heat treatment							
pH	5,95±0,18	5,97±0,18	5,95±0,18	5,96±0,18	5,93±0,18	5,92±0,18	5,89±0,18
Массовая доля влаги, %, Amount of water, %	50,90±1,51	52,60±1,56	53,60±1,59	54,50±1,62	56,87±1,69	56,90±1,69	57,50±1,71
ВСС, % к общей влаге Water binding capacity, % moisture	49,00±1,46	49,30±1,46	50,70±1,51	53,10±1,58	55,30±1,64	56,80±1,69	59,10±1,76
Эмульгирующая способность, % Emulsifying ability, %	7,10±0,21	8,80±0,26	9,20±0,27	10,60±0,31	13,00±0,39	16,30±0,48	21,00±0,62
После термической обработки After heat treatment							
Массовая доля влаги, %, Amount of water, %	36,73±1,09	38,82±1,15	42,82±1,27	45,45±1,35	48,34±1,44	49,33±1,46	50,75±1,51
Водоудерживающая способность, % к общей влаге Water holding capacity, % moisture	95,70±2,84	100,80±2,99	104,50±3,10	106,50 ±3,16	110,30 ±3,28	107,40 ±3,18	108,60 ±3,23
Жироудерживающая способность, % к общей влаге Fat-holding capacity, % moisture	63,04±1,87	65,49±1,95	70,34±2,09	74,12±2,20	83,10±2,47	84,03±2,50	87,64±2,60

Проведенные исследования показали, что с повышением уровня введения инулина в модельные мясные системы происходило увеличение их функционально-технологических свойств по сравнению с контролем.

Величина pH является одним из главных показателей мясных систем, которая влияет на такие показатели, как общая влага и потери массы после термообработки. Увеличение уровня введения повышает pH на 0,2–0,4 ед. и не может оказывать негативного влияния на качество продукта. Водосвязывающая способность увеличилась, по сравнению с контролем и достигла максимума для образца с 15%-ным содержанием инулина – 59,10%. Поэтому, при

разработке рецептуры вареных колбас, использование инулина позволит увеличить водосвязывающую способность мышечных белков и повысить растворимость белков актомиозинового комплекса.

Эмульгирующая способность фарша характеризуют взаимодействие жира, белка и воды. Система состоит из дисперсной фазы – гидратированных белковых мицелл, жировых гранул и из дисперсионной среды – водного раствора белков и низкомолекулярных веществ. Они способны регулировать количество полярных и неполярных групп («раскрывать белок»), действующих на грани молекул.

Исследования по определению эмульгирующей способности мясных систем (ЭС) с добавлением инулина, позволили установить, что использование данного препарата позволяет увеличить эмульгирующую способность. Несмотря на то, что инулин повышает эмульгирующую способность мясных систем и способствует связыванию влаги, он не оказывает прямого влияния на влагоемкость белков мяса.

После тепловой обработки водоудерживающая способность, повышалась при введении инулина в системы и составила 110,30% в образце, выработанном с внесением 10% инулина. Образец, с 15-% уровнем внесением инулина, напротив не продолжил данную тенденцию и показал пониженное значение ВУС – 108,60%. Таким образом, водоудерживающая способность имеет тенденцию к росту до определенного уровня внесения инулина. Схожая картина наблюдается и при рассмотрении динамики изменения жирудерживающей способности. Наибольшей жирудерживающей способностью (87,64%) обладали мясные системы, полученные с внесением 15% инулина, что может свидетельствовать о том, что при данном уровне внесения, образуются белково-жировые системы, препятствующие потере жира при тепловой обработке [18–20].

Поскольку инулин имеет свойство связывать влагу, в это время происходит увеличение сдвиговых характеристик, о чем свидетельствуют результаты рисунков 1–2.

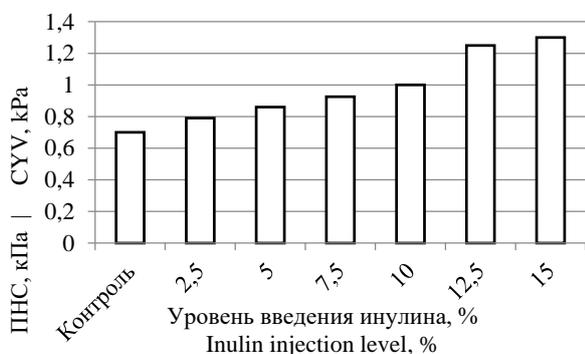


Рисунок 1. Предельное напряжение сдвига образцов
Figure 1. Critical yield value

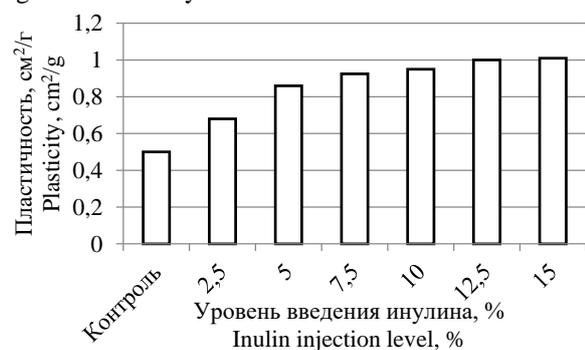


Рисунок 2. Пластичность образцов
Figure 2. Plasticity

Мясной фарш относится к пластично-вязким телам, поэтому его структуру и реологические свойства лучше всего характеризует значение предельного напряжения сдвига и пластичности. Данные таблицы 1 свидетельствуют об уплотнении фарша и повышении пластичности опытного образца по сравнению с контрольным. Вероятно, тенденция увеличения связана с тем, что в состав опытных образцов входит вода в активированном состоянии, при этом формирование мясной системы происходит на более высоком энергетическом уровне за счет наличия дополнительной энергии связи, что способствует формированию более «уплотненного» каркаса. Образованная таким образом пространственная структура, обладающая повышенной пластичностью, вследствие высокой силы сцепления частиц, оказывает большее сопротивление внешнему воздействию конуса индентора.

Результаты изучения мясных систем с инулином на испытательной машине (текстурометр) TA.XT plus STABLE MICRO SYSTEMS, с использованием насадки типа «поршень» для определения плотности, до термообработки изображены на рисунке 3 [9].

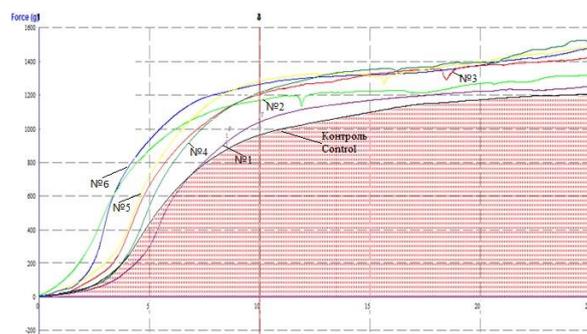


Рисунок 3. Графическое изображение изменение плотности мясных систем

Figure 3. Graphical representation of changes in the density of meat systems

Исследуемые образцы показали тенденцию к увеличению плотности при добавлении инулина по сравнению с контролем. Системы характеризуются линейным ростом вязкости, однако наибольшей плотностью характеризуется образец с 10% внесением инулина. Образцы с внесением 12,5 и 15% отметили тенденцию к снижению силы эмульсии. Вероятно, что причиной этому является невозможность инулина эффективно связываться с белково-жировым комплексом по причине образования более плотного геля кремообразной текстуры, который возможно разрушить только с помощью центрифугирования.

На рисунке 4 представлены результаты изучения силы резания мясных систем с различным уровнем введения инулина.

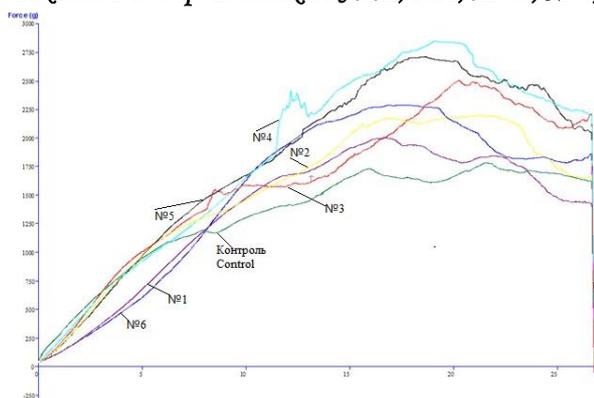


Рисунок 4. Изменение силы резания мясных систем в зависимости от уровня введения инулина

Figure 4. Change in cutting force of meat systems depending on the level of inulin injection

После термической обработки исследуемые образцы также показали значительное увеличение плотности по сравнению с контролем, однако, образцы № 5 и № 6 (12,5 и 15% внесения инулина) показали тенденцию к снижению силы резания в виду общего снижения количества

влаги в продукте. Поскольку мясной фарш с высоким содержанием жира не теряет воду, образуя прочную систему инулин: жир: вода во время термообработки, при этом снижая потери массы, при одновременном влиянии на сенсорные свойства, инулин может улучшить стабильность колбасного фарша. Учитывая стабильность инулина во время термической обработки, установлено, что внесение инулина 12,5 и 15% может негативно сказываться на консистенции готового продукта.

Как известно, в виду своей специфичности, инулин не переваривается желудком и тонким кишечником по причине отсутствия соответствующего фермента – инулазы; образовавшийся гель начинает усваиваться лишь в толстом кишечнике при помощи бифидо- и лактобактерий. Интерес представляло изучение влияния инулина на показатели переваримости мясных систем основными ферментами желудочно-кишечного тракта (пепсин, трипсин) в опытах «in vitro». Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Переваримость «in vitro» контрольного и опытного образцов

Table 2.

Digestibility "in vitro" of control and experimental samples

Фермент Enzyme	Переваримость, мг тирозина/100 г белка Digestibility, mg tyrosine / 100 g protein	
	Контроль Control	Опыт №5 (10%) Experiment №5
Пепсин Pepsin	5,54±0,14	5,47±0,17
Трипсин Trypsin	8,80±0,16	8,71±0,15
Общее значение Total value	14,34±0,15	14,18±0,16

Инулин не переваривается пищеварительными ферментами организма человека, тем самым улучшая работу ЖКТ, способствуя стимуляции перистальтики кишечника, ускоряет рост полезной микрофлоры, а также благодаря высокой влагоемкости способствует формированию эластичной массы внутри кишечника и улучшая ее выведение. В ходе эксперимента выявлено, что в контроле переваримость белков выше на 2% по отношению к опытному образцу. Установлено, что на степень переваримости опытного образца инулин не оказывает значительного влияния.

Заключение

На основании результатов, полученных при проведении исследований, было установлено, что замена жирного мясного сырья адекватным количеством инулина 10% является наиболее оптимальной, поскольку при таком внесении образец характеризовался значительными величинами ВУС и ЖУС, что является позитивным фактором при формировании консистенции мясных продуктов. Мясные системы с 12,5 и 15% внесением инулина взамен аналогичного количества мясного сырья, обладали более плотной консистенцией, при которой во время термической обработки готовых изделий возможно образование жировых отеков и разрывов оболочки.

Литература

- 1 Сандракова И.В., Резниченко И.Ю. Исследование потребителей продуктов здорового питания // Практический маркетинг. 2019. №. 12 (274).
- 2 Корнен Н.Н., Викторова Е.П., Евдокимова О.В. Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания // Вопросы питания. 2015. Т. 84. №. 1.
- 3 Бехбудова Д.А., Бахшалиев А.Б., Ахмедова Т.А., Бабаев А.М. Характеристика питания больных, перенесших инфаркт миокарда // Медицинские новости. 2016. №. 7 (262).

- 4 Ладнова О.Л. Медико-биологические свойства инулина и его применение в разработке технологии мясных продуктов функционального назначения // Ученые записки Орловского государственного университета. 2008. № 2. С. 142–147.
- 5 Меркулова Е.Г., Данилов Д.С., Сергеева Е.П., Меркулов А.И. и др. Изучение гидратационных свойств гелей на основе инулина // Научные записки ОРЕЛГИЭТ. 2014. № 1(9). С. 379–383.
- 6 Речкина Е.А., Губаненко Г.А., Машанов А.И. Перспективы использования пищевых волокон в пищевом производстве // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 1(112). С. 91–97.
- 7 Тутельян В. А., Байгарин Е.К., Погожева А.В. Пищевые волокна: гигиеническая характеристика и оценка эффективности. Москва: СвР-АРГУС, 2012. 243 с.
- 8 МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/120007608444>
- 9 Chen S.Q., Lopez-Sanchez P., Wang D., Mikkelsen D., Gidley M.J. Mechanical properties of bacterial cellulose synthesised by diverse strains of the genus *Komagataeibacter* // Food Hydrocolloids. 2018. V. 81. P. 87-95. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.02.031
- 10 Keenan D.F., Resconi V.C., Kerry J.P., Hamill R.M. Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach // Meat Science. 2014. V. 96. № 3. P. 1384–1394.
- 11 Lavelli V., Proserpio C., Gallotti F., Laureati M., Pagliarini E. Circular reuse of bio-resources: the role of: *pleurotus* spp. in the development of functional foods // Food and function. 2018. V. 9. №3. P. 1353-1372. doi: 10.1039/c7fo01747b
- 12 Latoch A., Glibowski P., Libera J. The effect of replacing pork fat of inulin on the physicochemical and sensory quality of guinea fowl pate // Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 2016. V. 15. №3. P. 311–320.
- 13 Miremadi F., Shah N.P. Applications of inulin and probiotics in health and nutrition // International Food Research Journal. 2012. V. 19. № 4. P. 1337–1350.
- 14 Nordlund E., Lille M., Silventoinen P., Nygren H. et al. Plant cells as food – a concept taking shape // Food research international. 2018. V. 108. P. 297-305. doi: 10.1016/j.foodres.2018.02.045
- 15 Philpott H., Nandurkar S.I., Lubel J., Gibson P.R. Food, fibre, bile acids and the pelvic floor: an integrated low risk low cost approach to managing irritable bowel syndrome // World journal of gastroenterology. 2015. V. 21. №40. P. 11379-11386. doi: 10.3748/wjg.v21.i40.11379.
- 16 Prosekov A.Y., Ivanova S.A. Food security: the challenge of the present // Geoforum. 2018. V. 91. P. 73-77. doi: 10.1016/j.geoforum.2018.02.030
- 17 Prosekov A., Babich O., Dyshlyuk L., Noskova S. et al. A study of polyfunctional properties of biologically active peptides // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. V. 7. №4. P. 2391-2400.
- 18 Rodriguez Furlán L.T., Padilla A.P., Campderrós M.E. Development of reduced fat minced meats using inulin and bovine plasma proteins as fat replacers // Meat Science. 2014. V. 96. P. 762–768.
- 19 Sokolova E.V., Byankina A.O., Yermak I.M., Bogdanovich L.N. et al. Effect of carrageenan food supplement on patients with cardiovascular disease results in normalization of lipid profile and moderate modulation of immunity system markers // Pharnutrition, 2014. V. 2. №2. P. 33-37. doi: 10.1016/j.phanu.2014.02.001
- 20 Tumenova G., Suleimenova Z., Zhakupova G., Nurimkhan G. et al. Utilization of poultry skin as one of the components for emulsion-based products // Journal of engineering and applied sciences. 2016. V. 11. №6. P. 1370-1373.

References

- 1 Sandrakova I.V., Reznichenko I.Yu. Research of healthy food consumers. Practical marketing. 2019. no. 12 (274). (in Russian).
- 2 Kornen N.N., Viktorova E.P., Evdokimova O.V. Methodological approaches to the creation of healthy food products. Food Issues. 2015. vol. 84. no. 1. (in Russian).
- 3 Bekhbudova D.A., Bakhshaliev A.B., Akhmedova T.A., Babaev A.M. Characteristics of the nutrition of patients with myocardial infarction. Medical News. 2016. no. 7 (262). (in Russian).
- 4 Ladnova O.L. Medico-biological properties of inulin and its application in the development of technology for functional meat products. Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2008. no. 2. pp. 142–147. (in Russian).
- 5 Merkulova E.G., Danilov D.S., Sergeeva E.P., Merkulov A.I. et al. Study of the hydration properties of gels based on inulin. Nauchnye zapiski ORELGIET. 2014. no. 1(9). pp. 379–383. (in Russian).
- 6 Rechkina E.A., Gubanenko G.A., Mashanov A.I. Prospects for the use of dietary fiber in food production. Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2016. no. 1(112). pp. 91–97. (in Russian).
- 7 Tutelyan V.A., Baigarin E.K., Pogozheva A.V. Dietary fiber: hygienic characteristics and evaluation of effectiveness. Moscow, SvR-ARGUS, 2012. 243 p. (in Russian).
- 8 МР 2.3.1.2432-08 Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/120007608444> (in Russian).
- 9 Chen S.Q., Lopez-Sanchez P., Wang D., Mikkelsen D., Gidley M.J. Mechanical properties of bacterial cellulose synthesised by diverse strains of the genus *Komagataeibacter*. Food Hydrocolloids. 2018. vol. 81. pp. 87-95. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.02.031
- 10 Keenan D.F., Resconi V.C., Kerry J.P., Hamill R.M. Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. Meat Science. 2014. vol. 96. no. 3. pp. 1384–1394.
- 11 Lavelli V., Proserpio C., Gallotti F., Laureati M., Pagliarini E. Circular reuse of bio-resources: the role of: *pleurotus* spp. in the development of functional foods. Food and function. 2018. vol. 9. no. 3. pp. 1353-1372. doi: 10.1039/c7fo01747b
- 12 Latoch A., Glibowski P., Libera J. The effect of replacing pork fat of inulin on the physicochemical and sensory quality of guinea fowl pate. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 2016. vol. 15. no. 3. pp. 311–320.
- 13 Miremadi F., Shah N.P. Applications of inulin and probiotics in health and nutrition. International Food Research Journal. 2012. vol. 19. no. 4. pp. 1337–1350.

- 14 Nordlund E., Lille M., Silventoinen P., Nygren H. et al. Plant cells as food – a concept taking shape. *Food research international*. 2018. vol. 108. pp. 297-305. doi: 10.1016/j.foodres.2018.02.045
- 15 Philpott H., Nandurkar S.I, Lubel J., Gibson P.R. Food, fibre, bile acids and the pelvic floor: an integrated low risk low cost approach to managing irritable bowel syndrome. *World journal of gastroenterology*. 2015. vol. 21. no. 40. pp. 11379-11386. doi: 10.3748/wjg.v21.i40.11379.
- 16 Prosekov A.Y., Ivanova S.A. Food security: the challenge of the present. *Geoforum*. 2018. vol. 91. pp. 73-77. doi: 10.1016/j.geoforum.2018.02.030
- 17 Prosekov A., Babich O., Dyshlyuk L., Noskova S. et al. A study of polyfunctional properties of biologically active peptides. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. vol. 7. no. 4. pp. 2391-2400.
- 18 Rodriguez Furlán L.T., Padilla A.P., Campderrós M.E. Development of reduced fat minced meats using inulin and bovine plasma proteins as fat replacers. *Meat Science*. 2014. vol. 96. pp. 762–768.
- 19 Sokolova E.V., Vyankina A.O., Yermak I.M., Bogdanovich L.N. et al. Effect of carrageenan food supplement on patients with cardiovascular disease results in normalization of lipid profile and moderate modulation of immunity system markers. *Pharmanutrition*, 2014. vol. 2. no. 2. pp. 33-37. doi: 10.1016/j.phanu.2014.02.001
- 20 Tumenova G., Suleimenova Z., Zhakupova G., Nurimkhan G. et al. Utilization of poultry skin as one of the components for emulsion-based products. *Journal of engineering and applied sciences*. 2016. vol. 11. no. 6. pp. 1370-1373.

Сведения об авторах

Руслан Р. Ряхимов аспирант, ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Талалихина, 28, г. Москва, 109396, Россия, craxgabel@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9855-7445>

Андрей Б. Лисицын д.т.н., профессор, ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, ул. Талалихина, 28, г. Москва, 109396, Россия, info@fncps.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4079-6950>

Сергей Н. Кидяев к.т.н, доцент, кафедра технологии и биотехнологии мяса и мясных продуктов, Московский государственный университет пищевых производств, ул. Талалихина, 33, г. Москва, 109396, Россия, kidaevsn@mgupp.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4089-2475>

Елена В. Литвинова к.т.н., доцент, кафедра технологии и биотехнологии мяса и мясных продуктов, Московский государственный университет пищевых производств, ул. Талалихина, 33, г. Москва, 109396, Россия, litvinovaev@mgupp.ru

<https://orcid.org/0000-0005-5109-7300>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Ruslan R. Ryakhimov graduate student, Gorbатов Research Center for Food Systems, Talalikhina St., 28 Moscow, 109396, Russia, craxgabel@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9855-7445>

Andrey B. Lisitsyn Dr. Sci. (Engin.), professor, Gorbатов Research Center for Food Systems, Talalikhina St., 28 Moscow, 109396, Russia, info@fncps.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4079-6950>

Sergey N. Kidyayev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies and biotechnology of meat and meat products department, Gorbатов Research Center for Food Systems, Talalikhina St., 33 Moscow, 109396, Russia, kidaevsn@mgupp.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4089-2475>

Elena V. Litvinova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies and biotechnology of meat and meat products department, Moscow State University of Food Production, Talalikhina St., 33 Moscow, 109396, Russia, litvinovaev@mgupp.ru

<https://orcid.org/0000-0005-5109-7300>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 12/10/2021	После редакции 03/11/2021	Принята в печать 01/12/2021
Received 12/10/2021	Accepted in revised 03/11/2021	Accepted 01/12/2021