

Научная статья

УДК 637.5.037; 641.512.4

DOI 10.46845/1997-3071-2024-73-67-81

**Исследование влияния гидратированного порошка топинамбура
на функционально-технологические и реологические показатели
мясного фарша для рубленых полуфабрикатов**

**Наталья Александровна Муравьева¹, Лариса Степановна Байдалинова²,
Галина Егоровна Степанцова³**

^{1,2,3}Калининградский государственный технический университет, Калининград,
Россия

¹ natahlie98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7783-5143>

² ls.baydalina@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4308-4326>

³ galina.stepanthova@klgtu.ru <https://orcid.org/0009-0002-3051-7695>

Аннотация. Представлены результаты исследования влияния на показатели мясного фарша растительной добавки, используемой с целью получения комбинированного мясного рубленого функционального продукта с пониженной гликемической нагрузкой. К комбинированной продукции на основе мясного и растительного сырья относятся мясные рубленые полуфабрикаты (котлеты). Комбинирование мясного сырья с растительным, обладающим функциональными свойствами и имеющим низкий гликемический индекс, позволяет создавать продукцию, пригодную для питания больных сахарным диабетом или для потребления ее в целях профилактики данного заболевания. В экспериментах в качестве мясного сырья использовали смесь говядины жилованной 2-го сорта, свинины жилованной полужирной и свиного шпика в определенном соотношении, в качестве растительной добавки – порошок топинамбура вместо используемого при изготовлении котлет хлеба пшеничного. Порошок топинамбура гидратировали в соотношении с водой 1:2 при температуре 60 °С. Измельченное на волчке мясное сырье тщательно перемешивали с гидратированным порошком топинамбура, количество которого изменяли от 5 до 25 %. Контролем служил мясной фарш без порошка топинамбура. Исследованы функционально-технологические и реологические показатели комбинированного фарша, предназначенного для производства мясных рубленых полуфабрикатов (котлет), обладающих функциональными свойствами по содержанию инулина. Изучено влияние порошка топинамбура на предельное напряжение сдвига, адгезию и эффективную вязкость комбинированного фарша, а также на его функционально-технологические свойства – влагоудерживающую и жиросвязывающую способности. Установлено, что при внесении в фарш для котлет 20 % гидратированного порошка топинамбура обеспечивается соответствие его требованиям, предъявляемым к фаршам для мясных рубленых полуфабрикатов по реологическим показателям, функционально-технологическим свойствам и органолептическим характеристикам. Замена в рецептуре хлеба пшеничного на порошок топинамбура снижает гликемическую нагрузку продукта.

© Муравьева Н. А., Байдалинова Л. С., Степанцова Г. Е., 2024

Ключевые слова: мясной фарш, полисахарид, инулин, порошок топинамбура, рубленые полуфабрикаты, функционально-технологические свойства, реологические показатели, функциональный продукт.

Для цитирования: Муравьева Н. А., Байдалинова Л. С., Степанцова Г. Е. Исследование влияния гидратированного порошка топинамбура на функционально-технологические и реологические показатели мясного фарша для рубленых полуфабрикатов // Известия КГТУ. 2024. № 73. С. 67-81. DOI 10.46845/1997-3071-2024-73-67-81.

Original article

**Investigation of the effect of hydrated jerusalem artichoke powder
on the functional, technological and rheological parameters of minced meat for
chopped semi-finished products**

Natal'ya A. Murav'eva¹, Larisa S. Baydalina², Galina E. Stepantsova³.

^{1,2,3}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹ natahlie98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7783-5143>

² ls.baydalina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4308-4326>

³ galina.stepantsova@klgtu.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3051-7695>

Abstract. The results of a study of the effect on the indicators of minced meat of a vegetable additive used to obtain a combined minced meat functional product with a reduced glycemic load are presented. Combined products based on meat and vegetable raw materials include minced meat semi-finished products (cutlets). Combining meat raw materials with vegetable raw materials, which have functional properties and have a low glycemic index, allows you to create products suitable for nutrition of patients with diabetes mellitus or for consumption in order to prevent this disease. In the experiments, a mixture of grade 2 veneered beef, semi-fat veneered pork and pork fat in a certain ratio was used as meat raw materials, jerusalem artichoke powder was used as a vegetable additive instead of wheat bread used in the manufacture of cutlets. Jerusalem artichoke powder was hydrated at a ratio of 1:2 with water at a temperature of 60 ° C. The raw meat crushed on a spinning top was thoroughly mixed with hydrated jerusalem artichoke powder, the amount of which was changed from 5 to 25%. The control was minced meat without jerusalem artichoke powder. The functional, technological and rheological parameters of combined minced meat intended for the production of minced meat semi-finished products (cutlets) with functional properties in terms of inulin content have been studied. The effect of jerusalem artichoke powder on the ultimate shear stress, adhesion and effective viscosity of the combined minced meat, as well as on its functional and technological properties – moisture-retaining and fat-binding properties. It was found that when 20% hydrated jerusalem artichoke powder is added to minced meat for cutlets, its compliance with the requirements for minced meat for minced meat semi-finished products is ensured according to rheological parameters, functional and technological properties and organoleptic characteristics, Replacing wheat bread with jerusalem artichoke powder reduces the glycemic load of the product.

Keywords: minced meat, polysaccharide, inulin, jerusalem artichoke powder, chopped semi-finished products, functional and technological properties, rheological indicators, functional product.

For citation: Muravieva N. A., Baydalina L. S., Stepantsova G. E. Investigation of the effect of hydrated jerusalem artichoke powder on the functional, technological and rheological parameters of minced meat for chopped semi-finished products. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2024;(73): 67-81. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2024-73-67-81.

ВВЕДЕНИЕ

Топинамбур (лат. *Helianthus tuberosus*) – многолетнее травянистое клубненное растение, которое успешно выращивают в различных регионах. Его клубни широко применяются в пищевых целях и используются при производстве хлебобулочных изделий для снижения гликемического индекса [1, 2], мясных кулинарных изделий для повышения биологической ценности [3], в качестве источника пищевых волокон [4]. Клубни топинамбура рекомендуются также для получения заменителя кофе, предназначенного для людей, больных сахарным диабетом [5].

В состав комбинированных продуктов растительное сырье целесообразно вносить в виде порошков [6]. При высушивании за счет удаления влаги до 5–10 % в нем происходит концентрирование биологически активных веществ (БАВ) в 8–12 раз. Сухой продукт имеет высокую степень биологической доступности БАВ, что чрезвычайно важно для получения выраженного клинического эффекта.

Особую ценность топинамбура составляет инулин, 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

Инулин в чистом виде нашел применение в пищевой промышленности, мясной, молочной отраслях, его используют для улучшения качества эмульсий и как заменитель жира [7, 8]. Для увеличения количества замещаемого жира используют суспензию, для которой длинноцепочечный инулин перемешивают в куттере с водой, нагретой до 75 °С. Полученная суспензия может заменять до 30 % жира без негативного влияния на органолептические показатели продукта [9].

При нагревании инулина с белками образуется плотная матрица, повышающая влагоудерживающую способность мясного продукта. Внесение в качестве добавки в мясной фарш инулина способствует снижению энергии фазового перехода замораживания и плавления. В результате при замораживании и последующем размораживании консистенция такого продукта не сильно изменяется [9].

Для лечебных и профилактических целей актуальным на данный момент является производство комбинированных пищевых продуктов. В ассортимент комбинированной продукции на основе мясного и растительного сырья включаются мясные рубленые полуфабрикаты. Комбинирование мясного сырья с растительным, характеризующимся низким гликемическим индексом (порошок из то-

пинамбура), позволяет создавать продукцию, обогащенную инулином и пригодную для питания людей, больных сахарным диабетом, или для потребления в целях профилактики данного заболевания.

Цель работы – исследование влияния гидратированного порошка топинамбура на функционально-технологические и реологические показатели мясного фарша, используемого для производства мясных рубленых полуфабрикатов, являющихся функциональными продуктами по содержанию пищевых волокон и инулина.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являются образцы мясного фарша с различным содержанием гидратированного порошка топинамбура. В настоящей работе использован порошок из топинамбура, производимый ООО «Дары Памира» по ТУ 9164-010-53911842-12; химический состав порошка исследовался ранее [10]. Порошок топинамбура гидратировали (температура воды 60 °C) при соотношении с водой 1:2.

Массовые доли влаги в образцах определяли по ГОСТ 33319-2015, белка (сырого протеина) – по ГОСТ 25011-2017 усовершенствованным методом Кьельдаля на анализаторе VELP Scientica UDK 127 (Италия), жира – по ГОСТ 23042-2015 и минеральных веществ (зола) – по ГОСТ 31727-2012.

Водоудерживающую способность (ВУС) фарша определяли по методу Г. Грау и Р. Хамма, основанному на выделении из исследуемого продукта воды при прессовании (ВНИИМП), и рассчитывали в процентах к массе навески.

Определение жиरोудерживающей способности (ЖУС) проводили с использованием рафинированного растительного масла, не связанная фаршем часть которого отделялась центрифугированием в течение 5 минут при 2800 об./мин.

Определение реологических показателей (предельное напряжение сдвига, адгезия и эффективная вязкость) [11] производили на анализаторе текстуры Brookfield CT3 Texture Analyzer (США), предельное напряжение сдвига определяли в соответствии с ГОСТ Р 50814-95 «Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором». Давление подпрессовки – 40 г/см², продолжительность погружения конуса – 180 с, использовали конический индентор с углом при вершине $2\alpha = 60^\circ$.

Определение адгезии на анализаторе текстуры Brookfield CT3 проводили в режиме (ADHESION), при котором задается скорость движения зонда, глубина погружения зонда, на табло фиксируется сила, обозначаемая как адгезионная. В качестве зонда используется алюминиевый цилиндр диаметром 70 мм, глубина погружения зонда в образец – 10 мм.

Определение эффективной вязкости также проводили на анализаторе текстуры Brookfield CT3 в режиме, при котором задается скорость движения зонда и глубина его погружения, выдается сила, обозначаемая как FINAL LOAD. В качестве зонда используется алюминиевый цилиндр.

Органолептическую оценку готовых мясных котлет контрольных и опытных после термической обработки проводили в соответствии с ГОСТ 9959-2015 и ГОСТ ISO 6658-2016 «Органолептический анализ», результаты выражали в баллах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав измельченной смеси мясного сырья (говядины жилованной 2-го сорта, свинины жилованной полужирной и шпика свиного), использованной в экспериментах, представлен на рис. 1.

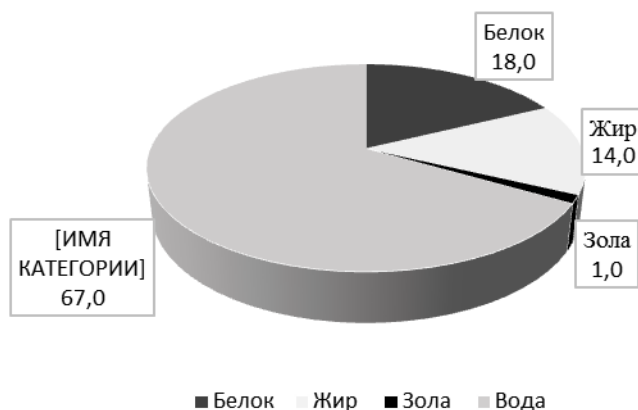


Рис. 1. Общий химический состав смеси мясного сырья, г/100 г
Fig. 1. Total chemical composition of the meat raw material mixture, g/100 g

Мясной фарш – это сложная комплексная система, главным компонентом которой является белок. Для оценки структуры такой системы необходимо учитывать взаимодействие белка с другими компонентами фарша (жир, вода, минеральные вещества и др.), а также изменение белка в ходе технологического процесса [10, 11].

Гидратированный порошок топинамбура вносили в измельченную смесь в количествах 5, 10, 15, 20 и 25 % к массе смеси. Порошок топинамбура, полученный от ООО «Дары Памира», имеет следующий химический состав (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав порошка топинамбура, г/100 г [12]
Table 1. Chemical composition of jerusalem artichoke powder, g/100 g [12]

Показатели	Содержание, г / 100 г
Вода	5,9±0,1
Белок	5,3±0,1
Жиры	0,47±0,02
Минеральные вещества	5,3±0,1
Углеводы	83,0±0,3
в том числе:	
Инулин	31,6±2,32
Клетчатка	5,3±0,1
Пектин	12,4±0,6
Дубильные вещества	0,44±0,05
Экстрактивные вещества	76,4±1,1

Из $83,0 \pm 0,3$ % углеводов порошка топинамбура более 31 % приходится на инулин и 18 % – на клетчатку и пектин. Содержание влаги в гидратированном при соотношении 1:2 порошке топинамбура $68,6 \pm 0,6$ %.

Замена в фаршевой смеси гидратированным порошком топинамбура мясного сырья влияет на ее химический состав (рис. 2). Необходимо отметить, что влажность фарша не повышается. При количествах гидратированного порошка топинамбура 20 и 25 % содержание влаги в фарше повышается незначительно (67,44 и 67,53 % против 67,0 % в контрольном образце).

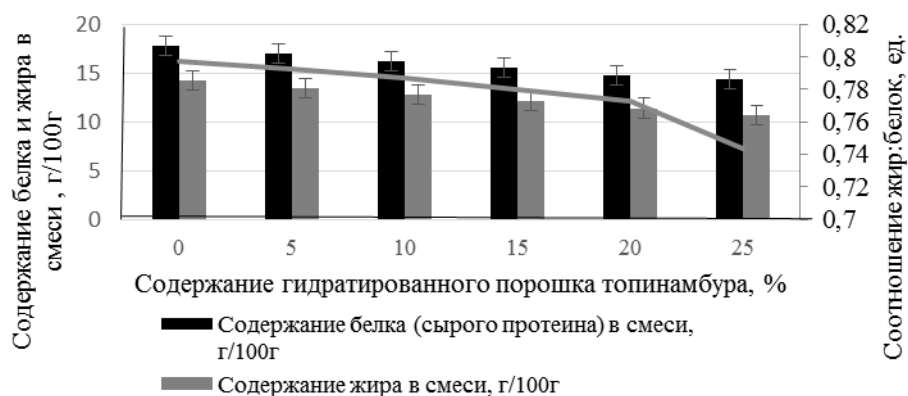


Рис. 2. Влияние дозировок гидратированного порошка топинамбура на содержание в фаршевой смеси белка и жира

Fig. 2. Effect of dosages of hydrated Jerusalem artichoke powder on protein and fat content in minced meat mixture

С увеличением количества гидратированного порошка топинамбура содержание белка в составе фаршевой смеси снижается с 18,00 % (контроль, без порошка топинамбура) до 13,50 % (25 % порошка топинамбура), содержание жира – с 14,00 % до 10,50 %. Получаемый при этом полуфабрикат соответствует требованиям ГОСТ Р 52675-2006 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия», по которому содержание белка должно быть не ниже 10 %, жира – не более 30 %. В используемой смеси мясного сырья содержание жира довольно низкое, и различия между исходным мясным фаршем и фаршем с гидратированным порошком топинамбура небольшие. Важный показатель – соотношение жир:белок (рис. 2) – во всех образцах от 0,743:1,0 до 0,790:1,0, т. е. достаточно высок и соответствует рекомендациям специалистов мясной отрасли [10, 11]. При соотношении жира и белка в фарше, находящемся в диапазоне от 0,6:1,0 до 0,8:1,0 (при этом учитывается только белок мышечной ткани), своих оптимальных значений достигает эмульгирующая способность белка в системе [10]. Большого влияния на реологические показатели фарша содержание жира оказывать не должно. От 1,19 до 5,95 % повышаются в опытных образцах количества углеводов при замене гидратированным порошком топинамбура от 5 до 25 % мясного сырья.

Среди функционально-технологических характеристик мясного сырья важная роль принадлежит водоудерживающей способности (ВУС), определяющей в продукте сочность, выход, величину потерь при тепловой обработке.

Результаты оценки ВУС комбинированного фарша представлены на рис. 3.

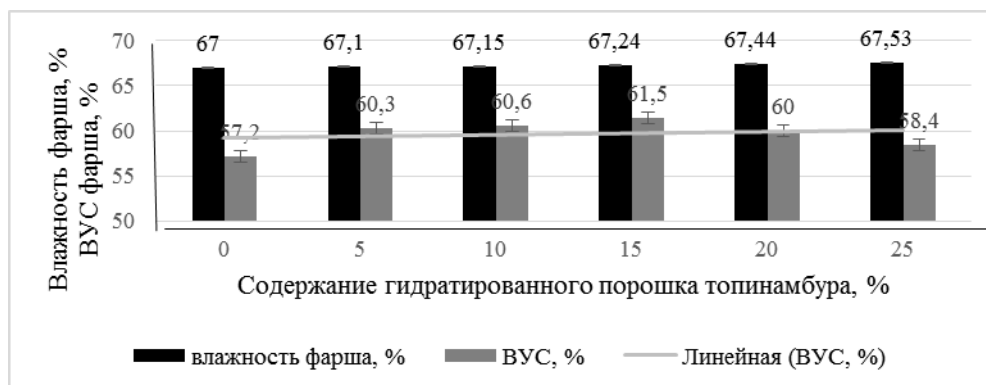


Рис. 3. Зависимость влажности и ВУС фарша от содержания в нем гидратированного порошка топинамбура

Fig. 3. The dependence of the humidity and VUS of minced meat on the content of hydrated Jerusalem artichoke powder in it

Увеличение ВУС фарша при добавлении гидратированного порошка топинамбура обеспечивается наличием в топинамбуре полисахаридного комплекса, который способствует удерживанию влаги, и белков с высокой гидрофильностью. Порошок топинамбура способствует некоторому повышению pH фарша [3, 13], что также влияет на повышение водоудерживающей способности его белков.

Было установлено [14], что дозировка в фарше гидратированного порошка топинамбура должна составлять 20 %, т. к. при таком количестве обеспечивается функциональность котлет по содержанию инулина. Исследования показали, что ВУС у такого фарша (рис. 3) высокая и превышает значения контрольного образца.

Качество мясных рубленых изделий определяется не только оптимальным развитием процессов влагоудерживания, но и жирудерживающей способностью (ЖУС) – возможностью удерживать жир в эмульгированном состоянии, а также технологической устойчивостью полуфабрикатов при тепловой обработке. Изменение ЖУС комбинированного фарша может происходить как за счет строения молекул инулина топинамбура, так и за счет снижения содержания белка в системе. Зависимость ЖУС исследуемого фарша от дозировки порошка топинамбура показана на рис. 4.

По полученным результатам можно заключить, что при увеличении дозировки гидратированного порошка топинамбура до 15 % ЖУС повышается. При содержании порошка топинамбура 20 % количество белка в фарше несколько снижается и понижается ЖУС, но даже до 25 % гидратированного порошка топинамбура к массе приготавливаемого фарша его ЖУС остается не ниже уровня контрольного образца.

Повышение ЖУС можно объяснить тем, что основные компоненты животных жиров – триацилглицериды – характеризуются наличием в структуре гидрофобных углеродных группировок, которые в обычных условиях нерастворимы в воде и не образуют с ней устойчивых дисперсных систем.

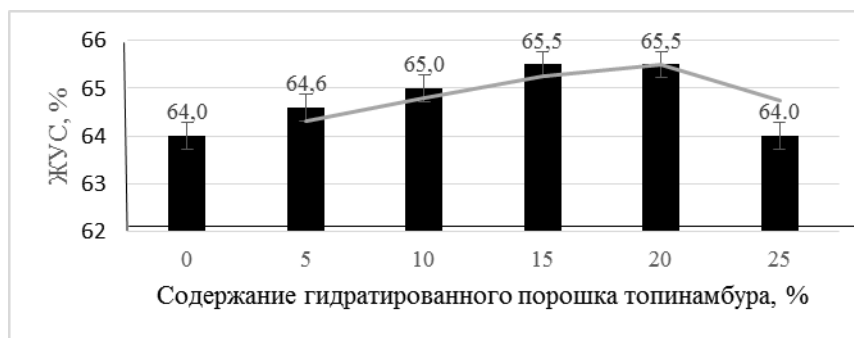


Рис. 4. Влияние дозировки гидратированного порошка топинамбура на ЖУС мясного фарша

Fig. 4. Effect of dosages of hydrated Jerusalem artichoke powder on protein and fat content in minced meat mixture

Однако в присутствии в системе ПАВ (в данном случае пектиновых веществ топинамбура), склонных к адсорбции на поверхности раздела фаз, наблюдается рост дисперсионной способности жиров и ориентация глобул жира на поверхности полисахарида. Это может быть, по-видимому, фактором, повышающим эмульгирующую и жиросодерживающую способность, предохраняющим полидисперсную систему от изменений при хранении [14].

Определенная при эксперименте зависимость дополнительно подтверждает [15] возможность использования гидратированного порошка топинамбура в установленных количествах в технологии комбинированных функциональных продуктов – замороженных мясных рубленых полуфабрикатов.

Одним из важных реологических показателей мясных систем является предельное напряжение сдвига (ПНС) [11]. Это напряжение, прилагаемое к объекту, при котором этот объект необратимо деформируется. ПНС более других чувствителен к технологическим и механическим факторам, компонентам рецептуры изделий. Этот показатель используют для оценки характеристик мясного фарша в ходе технологического процесса [13]. Результаты оценки в данном эксперименте влияния дозировки гидратированного порошка топинамбура на ПНС комбинированного фарша представлены на рис. 5.

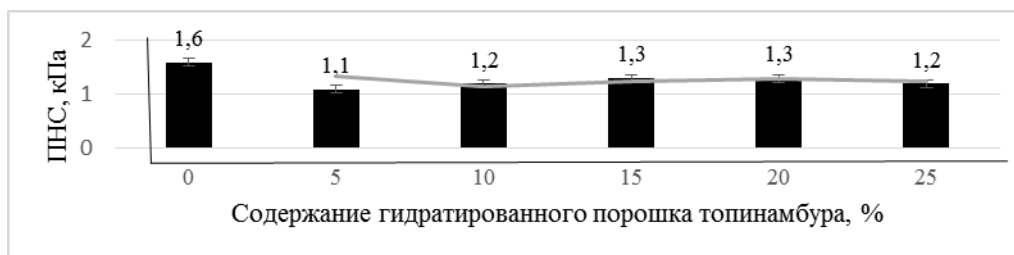


Рис. 5. Влияние дозировки гидратированного порошка топинамбура на предельное напряжение сдвига обогащенного мясного фарша

Fig. 5. Effect of dosage of hydrated Jerusalem artichoke powder on the ultimate shear stress of enriched minced meat mixture

При внесении гидратированного порошка топинамбура предельное напряжение сдвига сначала резко понижается (при дозировке 5 % с 1,57 до 1,11 кПа), а затем медленно возрастает, но остается ниже значения ПНС контрольного образца. Известно, что значение предельного напряжения сдвига мясного котлетного фарша должно составлять 1,1–1,2 кПа [11].

Такой уровень ПНС обеспечивается даже при дозе гидратированного порошка 25 %, но превышение дозировки выше 20 % нецелесообразно, так как уже при 25 % другие показатели комбинированного фарша оказываются сниженными.

При внесении в мясное сырье гидратированного порошка топинамбура снижается адгезия фаршевой смеси, что является положительным фактором в технологическом процессе производства мясных полуфабрикатов (рис. 6).



Рис. 6. Влияние дозировки гидратированного порошка топинамбура на адгезию мясного фарша

Fig. 6. Effect of dosage of hydrated Jerusalem artichoke powder on minced meat adhesion

Максимальное значение адгезии получено для контрольного образца фарша – 1984 мДж, с внесением гидратированного порошка топинамбура адгезия понижается. Для мясного фарша оптимальным значением адгезии считается 1000 мДж [11]. Такой уровень адгезии удерживается фаршем при содержании гидратированного порошка топинамбура от 10 до 20 %. Рубленые мясные полуфабрикаты (котлеты) с таким содержанием гидратированного порошка имеют консистенцию, соответствующую мясному продукту, хорошо формируются, плотные, стойкие при перемещении, с низкой адгезией. При 25 % гидратированного порошка топинамбура адгезия фарша ниже 900 мДж, плотность, устойчивость формы и структуры формируемых изделий падают.

Эффективная вязкость – итоговый показатель вязкости фарша, поэтому является основным. Повышение эффективной вязкости положительно влияет на сочность готового мясного продукта. Эффективная вязкость в мясных системах колеблется в широких пределах (от 3000 до 100 Па·с), оптимальным для мясных фаршей считается значение 1000–1100 Па·с [11].

При внесении в мясной фарш порошка топинамбура, гидратированного в соотношении 1:2, содержание воды в нем повышается незначительно, при этом порошок снижает вязкость фарша. Установленным для мясного фарша требованиям отвечает экспериментальный фарш при содержании в нем гидратированного порошка топинамбура до 20 % включительно (рис. 7).

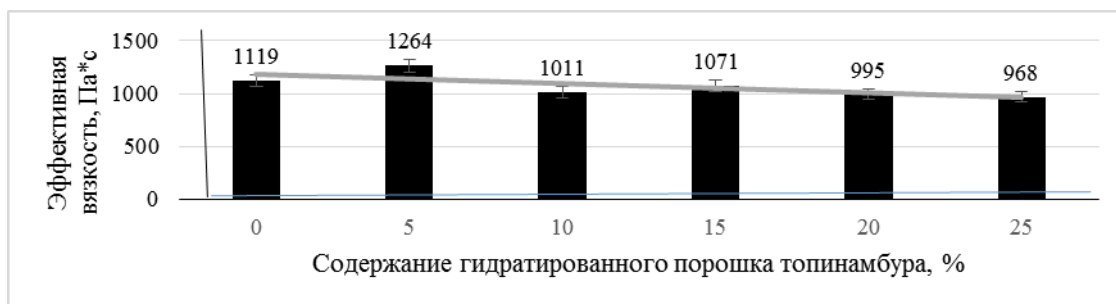


Рис. 7. Влияние дозировки гидратированного порошка топинамбура на эффективную вязкость мясного фарша

Fig. 7. The influence of the dosage of hydrated Jerusalem artichoke powder on the effective viscosity of minced meat

Таким образом, исследования показали, что при содержании в фарше 20 % гидратированного порошка топинамбура обеспечиваются требуемые уровни функционально-технологических и реологических показателей комбинированного продукта

Гидратированный порошок топинамбура, влияющий на функционально-технологические и реологические показатели фарша, отражается на органолептической характеристике готового продукта после термической обработки – на консистенции, цвете, вкусе, запахе. Наиболее важным для потребителя показателем является вкус продукта. Профилограмма вкуса мясных изделий с содержанием в фарше 20 % гидратированного порошка топинамбура, в сравнении с образцами, в которых гидратированный порошок топинамбура отсутствует, представлена на рис. 8.

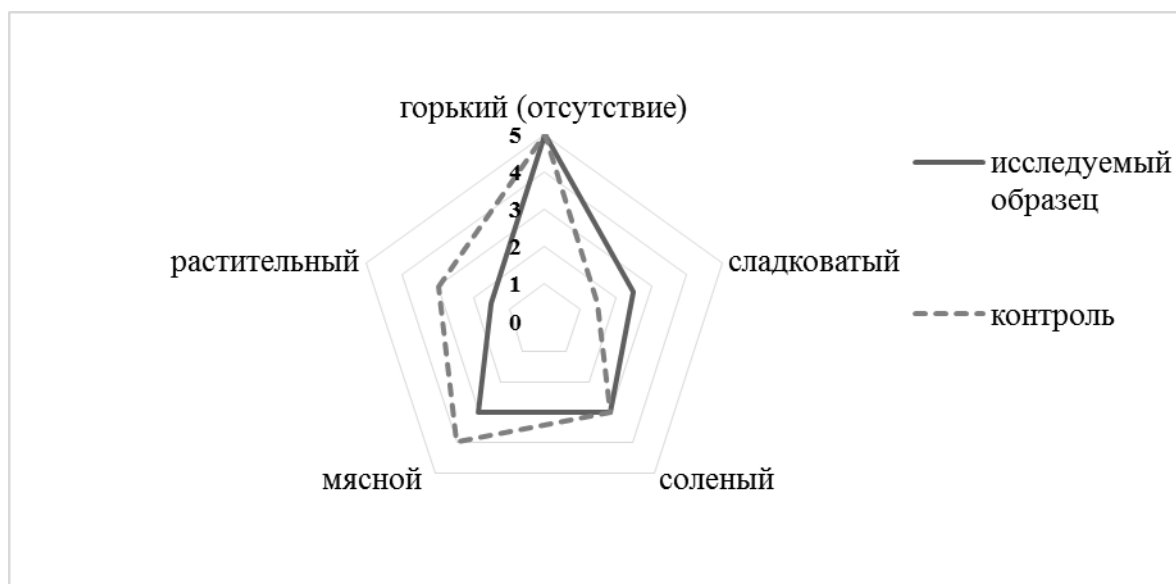


Рис. 8. Профилограмма вкуса мясных рубленых полуфабрикатов (котлет), обогащенных порошком топинамбура

Fig. 8. Flavour profilogram of minced meat semi – finished products enriched with Jerusalem artichoke powder

Как следует из данной профилограммы, исследуемый образец обладает достаточно выраженным мясным вкусом, в меру соленый, с небольшими сладковатым и растительным привкусами, не снижающими его потребительского восприятия. Горький привкус отсутствует. Результаты свидетельствуют, что разработанный функциональный продукт по органолептическому восприятию практически не отличается от традиционных мясных котлет.

При увеличении дозировки до 25 % цвет котлет приобретает коричневый оттенок, становится темным. После кулинарной обработки дегустаторы отмечают чрезмерные сладковатый привкус топинамбура и растительный запах.

Химический состав рубленых мясных полуфабрикатов, обогащенных порошком топинамбура, и контрольных представлен в табл. 2.

Таблица 2. Химический состав контрольных и обогащенных порошком топинамбура рубленых мясных полуфабрикатов [15]

Table 2. Chemical composition of control and jerusalem artichoke powder-enriched minced meat semi-finished products [15]

Показатели	Содержание в полуфабрикатах, г/100 г	
	контрольных	с порошком топинамбура
Вода	53,60	59,62
Белки	15,80	12,50
Жиры	20,80	18,64
Минеральные вещества, в том числе хлорид натрия	1,40 0,80	1,76 0,80
Углеводы, в том числе инулин	8,40 —	7,48 3,57
Энергетическая ценность, ккал	284	239

В контрольные образцы котлет углеводы в основном вносятся с пшеничным хлебом, гликемический индекс которого 70–80 единиц [16], в опытные – с порошком топинамбура с гликемическим индексом 14–15 единиц [2]. В результате обеспечивается снижение в опытных образцах гликемической нагрузки (соответственно 6,40 и 1,05 в контрольных и опытных образцах).

Использование 20 % гидратированного порошка топинамбура позволяет получить функциональный мясной продукт, характеризующийся пониженной гликемической нагрузкой в сравнении с мясными котлетами традиционных рецептов и по органолептическому восприятию практически не отличающийся от традиционных мясных котлет. Обогащенный порошком топинамбура продукт является функциональным по содержанию пищевых волокон, в частности инулина («Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации» МР 2.3.1.0253-21).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований влияния порошка топинамбура на функционально-технологические свойства и реологические показатели мясного фарша установлена дозировка гидратированного порошка на уровне 20 %. Получающийся при такой дозировке фарш по показателям водоудерживающей, жирудерживающей способности, предельного напряжения сдвига, адгезии и эффективной вязкости соответствует требованиям к мясным фаршам для рубленых мясных полуфабрикатов. Использование гидратированного порошка топинамбура в количестве 20 % обеспечивает получение комбинированного продукта, характеризующегося пониженной гликемической нагрузкой в сравнении с мясными котлетами традиционных рецептов и по органолептическому восприятию практически не отличающегося от них. За счет использования порошка топинамбура продукт становится функциональным по содержанию пищевых волокон (инулина) и пригодным для питания людей, больных сахарным диабетом, или для потребления в целях профилактики данного заболевания

Список источников

1. Веселова А. Ю. Нетрадиционное сырье в производстве хлебных палочек для больных сахарным диабетом // Вестник НГИЭИ. 2013. № 8. С. 16–22.
2. Топинамбур при сахарном диабете 1 и 2 типа. URL: <https://www.kp.ru/family/eda/topinambur-pri-sakharnom-diabete/> (дата обращения: 24.01.24).
3. Ермош Л. Г. Использование муки топинамбура в технологии мясных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2013. Т. 250. № 8. С. 214–219.
4. Зарубин Н. Ю., Бредихина О. В. Перспективы использования муки из клубней топинамбура в технологии мясных продуктов // Мясные технологии. 2017. № 4 (172). С. 38–41.
5. Мельникова В. А. Обоснование низкотемпературной холодильной обработки топинамбура в технологии производства функционального заменителя кофе на его основе: дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.04; 05.18.07. Калининград. 2017. 203 с.
6. Порошки из овощей // ООО «Агро Профиль Плюс». URL: <http://agro.ds43.ru/articles/1472827/> (дата обращения: 24.08.2022).
7. 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 physicochemical characteristics and eating quality using a mixture design approach // Meat Science. 2014. V. 96. N 3. P. 1384–1394.
8. Mensink M. A., Frijlink H. W., van der Voort Maarschalk K., Hinrichs W. L. J. Inulin, a flexible oligosaccharide I: Review of its physicochemical characteristics // Carbohydrate Polymers. 2015. N 130. P. 405–419.
9. Пастушкова Е. В., Пономарев А. С. Структурно-механические и термодинамические свойства мясо-растительных пищевых систем // Междисциплинарное научное электронное сетевое периодическое издание (научный журнал)

«E-FORUM». 2021. Т. 5. № 4 (17). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47474343> (дата обращения: 5.06.23).

10. Жаринов А. И., Кузнецова О. В., Черкашина Н. А. Основы современных технологий переработки мяса: в 2 ч. Ч. 1. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты / под редакцией М. П. Воякина. Москва: ПТИ-центр, 1994. 254 с.

11. Косой В. Д., Виноградов Я. И., Малышев А. Д. Инженерная реология биотехнологических сред. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. 648 с.

12. Муравьева Н. А., Байдалинова Л. С. Использование инулинсодержащего сырья в качестве добавки в мясные эмульгированные продукты для людей, страдающих сахарным диабетом // Вестник молодежной науки. 2019. № 4 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-inulinsoderzhashego-syrya-v-kachestve-dobavki-v-myasnye-emulgirovannye-produkty-dlya-lyudey-stradayuschih-saharnym-diabetes> (дата обращения: 6.06.23).

13. Исследование влияния муки топинамбура на реологические показатели мясных фаршей. URL: https://studref.com/547682/tovarovvedenie/issledovanie_vliyaniya_muki_topinambura_na_reologicheskie_pokazateli_myasnyh_farshey (дата обращения: 27.02.23).

14. Гунченко А. Е. Реологические свойства мясных полуфабрикатов и способности их регулирования // X межд. студ. науч. конф. «Студенческий научный форум-2018»: материалы. 2018. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018002877> (дата обращения: 20.08.22).

15. Муравьева Н. А., Байдалинова Л. С. Изменение функционально-технологических свойств фарша рубленых мясных полуфабрикатов (котлет) при использовании порошка топинамбура // Материалы IX Международного Балтийского морского форума. Калининград, 04–09 окт. 2021. В 6 томах. Т. 4. «Пищевая и морская биотехнология». X юбил. межд. научно-практ. конф. Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ». 2021. 1 электрон. опт. диск. 2021. С. 84–94.

16. Таблицы гликемического индекса пищевых продуктов URL: <https://yandex.ru/search/?from=chromesearch&clid=2242348&text=таблицы+гликемического+индекса+продуктов+питания&lr=22> (дата обращения: 24.01.24).

References

1. Veselova A. Yu. Netraditsionnoe syr'yo v proizvodstve khlebnnykh palochek dlya bol'nykh sakharnym diabetom [Non-traditional raw materials in the production of bread sticks for patients with diabetes mellitus]. *Vestnik NGIEI*, 2013, no. 8, available at: <http://vestnik.ngiei.ru/wp-content/uploads/2014/12/Веселова-А.-Ю.1.pdf> (Accessed 30 May 23).

2. Topinambur pri sakharnom diabete 1 i 2 tipa [Jerusalem artichoke for type 1 and type 2 diabetes mellitus]. 2024, available at: <https://www.kp.ru/family/eda/topinambur-pri-sakharnom-diabete> (Accessed 24 January 2024).

3. Ermosh L. G. Ispol'zovanie muki topinambura v tekhnologii myasnykh kulinarykh izdeliy povyshennoy pishchevoy tsennosti [The use of Jerusalem artichoke flour in the technology of meat culinary products of increased nutritional value]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 8, pp. 214–219.

4. Zarubin N. Yu., Bredikhina O. V. Perspektivy ispol'zovaniya muki iz klubney topinambura v tekhnologii myasnykh produktov [Prospects for the use of flour from Jerusalem artichoke tubers in the technology of meat products]. *Myasnye tekhnologii*, 2017, available at: <http://www.mgupp.ru/repo/downloadFile.php?id=0x80DA000C299AE95F11E93C294CFD9B9C> (Accessed 6 June 2023).
5. Mel'nikova V. A. *Obosnovanie nizkotemperaturnoy kholodil'noy obrabotki topinambura v tekhnologii proizvodstva funktsional'nogo zamenitelya kofe na ego osnove. Diss. kand. tekhn. nauk* [Substantiation of low – temperature refrigeration processing of Jerusalem artichoke in the technology of production of a functional coffee substitute based on it. Dis. cand. tech. sci.]. Kaliningrad, 2016, 203 p.
6. Poroshki iz ovoshchey [Vegetable powders]. *Agro Profile Plus LLC*, available at: <http://agro.ds43.ru/articles/1472827/> (Accessed 24 August 2022).
7. 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 physic-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. *Meat Science*, 2014, vol. 96, no. 3, pp. 1384–1394.
8. Mensink M. A., Frijlink H. W., van der Voort Maarschalk K., Hinrichs W. L. J. Inulin, a flexible oligosaccharide I: Review of its physicochemical characteristics. *Carbohydrate Polymers*, 2015, no. 130, pp. 405–419.
9. Pastushkova E. V., Ponomarev A. S. Strukturno-mekhanicheskie i termodinamicheskie svoystva myaso-rastitel'nykh pishchevykh sistem [Structural-mechanical and thermodynamic properties of meat and vegetable food systems]. *Mezhdistsiplinar-noe nauchnoe elektronnoe setevoe periodicheskoe izdanie (nauchnyy zhurnal) «E-FORUM»*, 2021, no. 4 (17), available at: <https://eforum-journal.ru/ru/vypuski-2021?id=335> (Accessed 10 June 2023).
10. Zharinov A. I., Kuznetsova O. V., Cherkashina N. A. *Osnovy sovremennykh tekhnologiy pererabotki myasa: v 2 ch. Ch. 1. Emul'girovannye i gruboizmel'chennye myasoprodukty* [Fundamentals of modern meat processing technologies: in 2 parts. Part 1. Emulsified and coarsely ground meat products]. Moscow, PTI-Center, 1994. 254 p.
11. Kosoy V. D., Vinogradov Ya. I., Malyshev A. D. *Inzhenernaya reologiya biotekhnologicheskikh sred* [Engineering rheology of biotechnological media]. Saint-Petersburg, GIOR, 2005. 648 p.
12. Muravyova N. A., Baydalina L. S. Ispol'zovanie inulinsoderzhashchego syr'ya v kachestve dobavki v myasnye emul'girovannye produkty dlya lyudey, stradayushchikh sakharnym diabetom [The use of inulin-containing raw materials as an additive in emulsified meat products for people with diabetes mellitus]. *Vestnik molodezhnoy nauki*, 2019, no. 4 (21), available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-inulinsoderzhashchego-syr'ya-v-kachestve-dobavki-v-myasnye-emulgirovannye-produkty-dlya-lyudey-stradayushchih-saharnym> (Accessed 10 June 2023).
13. Issledovanie vliyaniya muki topinambura na reologicheskie pokazateli myasnykh farshey [Investigation of the effect of jerusalem artichoke flour on the rheological parameters of minced meat]. Available at: https://studref.com/547682/tovarovedenie/issledovanie_vliyaniya_muki_topinambura_n_a_reologicheskie_pokazateli_myasnyh_farshey (Accessed 27 February 2023).

14. Gunchenko A. E. Reologicheskie svoystva myasnykh polufabrikatov i sposobnosti ikh regulirovaniya [Rheological properties of semi-finished meat products and the ability to regulate them]. *X mezhdunarodnaya studencheskaya nauchnaya konferentsiya «Studencheskiy nauchnyy forum-2018*. 2018. Available at: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018002877> (Accessed 20 August 2022).

15. Muravyova N. A., Baydalina L. S. Izmenenie funktsional'no-tekhnologicheskikh svoystv farsha rublenykh myasnykh polufabrikatov (kotlet) pri ispol'zovanii poroshka topinambura [Changes in the functional and technological properties of minced meat semi-finished products (cutlets) when using Jerusalem artichoke powder]. *Materialy IX Mezhdunarodnogo Baltiyskogo morskogo foruma. Kaliningrad, 04–09 okt. 2021. V 6 tomakh. T. 4. «Pishchevaya i morskaya biotekhnologiya». X yubil. mezhd. Nauchno-prakt. konf.* Kaliningrad, Izd-vo BGARF FGBOU VO «KGTU», 2021, 1 elektron. opt. disk, 2021, pp. 84 – 94.

16. Tablicy glikemicheskogo indeksa pishchevykh produktov [Tables of the glycemic index of food products]. 2024, available at: <https://yandex.ru/search/?from=chromesearch&clid=2242348&text=таблицы+гликемического+индекса+продуктов+питания&lr=22> (Accessed 24 January 2024).

Информация об авторах

Н. А. Муравьева – инженер-лаборант кафедры химии

Л. С. Байдалинова – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры пищевой биотехнологии

Г. Е. Степанцова – кандидат технических наук, доцент кафедры химии

Information about the authors

N. A. Muravieva – Laboratory engineer of the Department of Chemistry

L. S. Baydalina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Food Biotechnology

G. E. Stepantsova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry

Статья поступила в редакцию 11.01.2024; одобрена после рецензирования 05.02.2024; принята к публикации 19.02.2024.

The article was submitted 11.01.2024; approved after reviewing 05.02.2024; accepted for publication 19.02.2024.