

Наталья Анатольевна Скудова¹, Лидия Николаевна Иванова², Сергей Васильевич Зверев³, Александр Сергеевич Васильев⁴✉, Елена Николаевна Чумакова⁵

^{1,2}АО Группа компаний «Мелком», Тверь, Россия

^{3,4,5}Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, Россия

^{1,2}info@melkom.ru

³zverevsv@yandex.ru

⁴vasilevtgsha@mail.ru

⁵elena.chumakova.ne@mail.ru

МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Цель исследования – изучить изменение качественных характеристик макаронных изделий из пшеничной муки при добавлении муки из зерна бобовых культур (горох, чечевица, нут) и выжимок клубней топинамбура. Исследования выполнялись на базе ООО «Мелькомбинат» и Тверской ГСХА (г. Тверь, Россия). В опыте использовали муку из зерна гороха, чечевицы и нута, подвергнутого барогидротермической обработке (производитель ООО «БГТО системы», Пенза, Россия). Изучались изделия: контроль – без добавок; № 1–3 с добавлением 10 % муки из зерна бобовых культур (горох, чечевица, нут), № 4 с добавлением 30 % муки из зерна нута. Наиболее высокими дегустационными характеристиками отличались образцы лапши с добавлением 10 % муки из зерна нута, по обогащению общим белком они уступали изделиям с чечевицей на 8,3–10,6 %. Мука из зерна бобовых позволяла существенно улучшить аминокислотный профиль белка. Так, при 10 % добавке имеет место избыток углеводов. Напротив, в случае с 30 % добавкой формируется полноценный белок с содержанием его в смеси с пшеничной мукой около 14 % и с близким к оптимальному соотношением «углеводы/белок» (около 5), но при этом существенно снижается балл дегустационной оценки. Кроме этого, с ростом доли бобовых возрастает зольность, кислотность и переход сухого вещества в варочную воду, а также несколько сокращается время варки изделий. Отдельно исследовались макаронные изделия из пшеничной цельнозерновой муки с добавлением 0 (контроль), 10, 20 и 30 % муки из выжимок клубней топинамбура (сорт Скороспелка). Наиболее оптимальными характеристиками отличались изделия с 20 % добавлением муки из выжимок клубней топинамбура, отличающиеся высокими органолептическими и технологическими свойствами. При этом увеличение доли топинамбура в изделиях повышало время их варки на 30–75 с (4,1–10,2 %).

Ключевые слова: макаронные изделия, лапша, мука из зерна бобовых, горох, нут, чечевица, мука из топинамбура, оценка качества макаронных изделий

Для цитирования: Скудова Н.А., Иванова Л.Н., Зверев С.В., и др. Макароны повышенной пищевой ценности // Вестник КрасГАУ. 2025. № 10. С. 297–308. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-297-308.

Финансирование: исследования выполнены при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (НИОКТР №125022102817-9).

Natalia Anatolievna Skudova¹, Lidiya Nikolaevna Ivanova², Sergey Vasilievich Zverev³, Alexander Sergeevich Vasiliev⁴✉, Elena Nikolaevna Chumakova⁵

^{1,2}JSC Melkom Group of Companies, Tver, Russia

^{3,4,5}Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia

^{1,2}info@melkom.ru

³zverevsv@yandex.ru

⁴vasilevtgsha@mail.ru

⁵elena.chumakova.ne@mail.ru

PASTA OF HIGH NUTRITIONAL VALUE

The aim of the study is to investigate changes in the quality characteristics of pasta made from wheat flour with the addition of legume flour (peas, lentils, chickpeas) and Jerusalem artichoke pomace. The studies were conducted at Melkombinat LLC and the Tver State Agricultural Academy (Tver, Russia). The experiment used pea, lentil, and chickpea flour subjected to barohydrothermal treatment (manufactured by BGTO Systems LLC, Penza, Russia). The following products were studied: control – no additives; № 1–3 with the addition of 10 % legume flour (peas, lentils, chickpeas); № 4 with the addition of 30 % chickpea flour. Noodle samples with 10 % chickpea flour demonstrated the highest tasting scores, but were 8.3–10.6 % lower in total protein than lentil-based products. Legume flour significantly improved the protein's amino acid profile. For example, with 10 % addition, carbohydrates were excessive. Conversely, with 30 % addition, a complete protein was formed, with a protein content of approximately 14 % when mixed with wheat flour and a carbohydrate-to-protein ratio close to the optimal (approximately 5), but the tasting score was significantly reduced. Furthermore, with an increased proportion of legumes, ash content, acidity, and dry matter transfer into the cooking water increase, and cooking time is slightly reduced. Separately, pasta products made from whole-grain wheat flour with the addition of 0 (control), 10, 20 and 30 % flour from Jerusalem artichoke tuber pomace (Skorospelka variety) were studied. Products with 20 % Jerusalem artichoke flour showed the best characteristics, boasting excellent organoleptic and technological properties. Furthermore, increasing the Jerusalem artichoke content increased cooking time by 30–75 seconds (4.1–10.2 %).

Keywords: pasta, noodles, legume flour, peas, chickpeas, lentils, Jerusalem artichoke flour, pasta quality assessment.

For citation: Skudova NA, Ivanova LN, Zverev SV, et al. Pasta of high nutritional value. *Bulletin of KSAU*. 2025;(10):297-308. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-297-308.

Funding: this research was supported by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (R&D Project № 125022102817-9).

Введение. Классические макаронные изделия, вырабатываемые современной промышленностью, в большинстве своем относятся к продуктам высокого социального значения, так как доступны большинству граждан вне зависимости от их финансового благополучия [1–3]. Основным компонентом при их изготовлении является мука, чаще всего пшеничная, но существуют вариации макаронных изделий из рисовой [4], полбяной [5], льняной [6], гречневой [7], кукурузной [8], амарантовой [9] и других ее видов [10]. Несмотря на наличие широкого спектра достоинств, макаронные изделия из пшеничной муки с точки зрения адекватного питания обладают рядом существенных недостатков, в частности ограниченным содержанием микроэлементов и витаминов, не сбалансированным с углеводами неполным белком [11]. Указанное обстоятельство способствует необходимости употребления макаронных изделий не только с продуктами животного происхождения, но и с овощами, что комплексно позволяет обеспечить полноценность питания и удовлетворение организма в основных нутриентах [12]. Для нивелирования имеющихся недостатков совершенст-

зование технологии производства макаронных изделий должно быть сопряжено с введением в их состав обогащающих компонентов, в роли которых зачастую используют продукты переработки зерна бобовых культур [11, 13]. Доля введения данного сырья в состав изделий отличается высокой вариативностью и доходит в отдельных работах до уровня, равного 50 % от массы муки. Хотя многими авторами отмечается, что повышенное содержание дополнительного сырья в целом и муки из зерна бобовых в частности значительно усиливает развариваемость изделий и ухудшает их кулинарные характеристики [14, 15], в то же время умеренное применение бобовых компонентов существенно повышает питательность изделий, улучшает их обеспеченность белком, пищевыми волокнами и другими важными для человека нутриентами. Существенное увеличение обеспеченности пищевой продукции белком при использовании бобового сырья подтверждается сравнительным анализом пищевой ценности пшеничной муки и муки, выработанной из зерна бобовых (табл. 1) [16].

Параметры пищевой ценности муки из разного сырья (в расчете на 100 г)
Parameters of the nutritional value of flour from various raw materials (in calculation on 100 g)

Показатель	Мука						
	Из мягкой пшеницы в/с*	твердой пшеницы в/с	цельного зерна пшеницы	нута	гороха	чечевицы	соевых бобов
Калорийность, ккал	334	308,5	340	309	298	352	446
Белки, %	10,3	11,75	13,2	20,1	20,5	24,6	36,5
Жиры, %	1,1	1,3	2,5	4,3	2	1,1	19,9
Углеводы, %	70,6	69,4	61,3	46,2	49,5	52,7	20,9
Пищевые волокна, %	2,4	3,5	10,7	9,9	11,2	10,7	9,3

Примечание: в/с – высший сорт.

Не менее ценным сырьем для введения в состав макаронных изделий являются материалы, служащие источником натуральных пребиотиков [17]. Среди них стоит выделить клубни топинамбура – растения, обладающего широким ареалом распространения и достаточно низкой себестоимостью выращивания в многолетних плантациях. Клубни топинамбура обладают исключительно богатым составом витаминов, минералов и БАВ. Основные функциональные преимущества употребления клубней топинамбура в пищу определяются высоким содержанием следующих веществ: полифруктозан – инулин (порядка 9 г/100 г сухого сырья), антиоксиданты (полифенолы и флавоноиды), витамины группы В (тиамин, рибофлавин, пиридоксин), пектины, калий, растворимая клетчатка [18, 19].

В целом, учитывая разнообразие характеристик применяемого в настоящее время в макаронной промышленности сырья, по-прежнему остается открытым вопрос поиска оптимальных решений для обогащения макаронных изделий, что требует проведения отдельных научных изысканий в этой области.

Цель исследования – изучить изменение качественных характеристик макаронных изде-

лий из пшеничной муки при добавлении муки из зерна бобовых культур (горох, чечевица, нут) и выжимок клубней топинамбура.

Задачи: определить оптимальные соотношения муки из зерна бобовых и выжимок клубней топинамбура в композитной мучной смеси для макаронных изделий; исследовать качественные характеристики изготовленных экспериментальных макаронных изделий.

Объекты и методы. Исследования выполнялись в лабораторных условиях на базе ООО «Мелькомбинат» (АО ГК «Мелком», Тверь, Россия) и кафедры АППиС Тверской ГСХА (Тверь, Россия). В качестве муки из зерна бобовых использовались виды муки, выработанные из зерна гороха, чечевицы и нута, подвергнутого баро-гидротермической обработке (БГТО), и изготовленные ООО «БГТО системы» (Пенза, Россия) (рис. 1). Примечательно, что муке из зерна бобовых относительно пшеничной муки была свойственна меньшая белизна (особенно у муки, выработанной из семян чечевицы), что, в частности, помимо ботанико-биохимических характеристик и технологических особенностей, определяется существенным присутствием семенных оболочек.



Рис. 1. Мука хлебопекарная пшеничная высшего сорта и мука из семян бобовых культур, подвергнутых БГТО

Wheat flour of the highest grade and flour from legume seeds, subjected to barohydrothermal treatment

В эксперименте изучались образцы лапши, изготовленные по ГОСТ Р 56575-2015 из муки хлебопекарной (х/п) (ГОСТ 26574-2017), выработанной из зерна мягкой пшеницы, и муки из зерна твердых сортов пшеницы (ГОСТ 31463-2012). В качестве основного сырья применялась мука, вырабатываемая ООО «Мелькомбинат». Также для формирования макаронного теста использовалась вода, соответствующая ГОСТ Р 51232-98.

В опыте с обогащением макаронного теста бобовым сырьем изучались следующие образцы изделий: контрольный – без добавок; № 1–3 с добавлением 10 % муки из зерна бобовых культур (горох, чечевица, нут), № 4 с добавлением 30 % муки из зерна нута.

В отдельном опыте исследовались экспериментальные макаронные изделия из пшеничной

цельнозерновой муки с добавлением 0 (контроль), 10, 20 и 30 % муки из выжимок клубней топинамбура (сорт Скороспелка, урожай 2024 г., место копки – опытное поле Тверской ГСХА). Цельнозерновая (ц/з) мука для макаронных изделий была выработана в лабораторных условиях кафедры АППиС из зерна яровой пшеницы ценного по качеству сорта Дарья (урожай 2024 г., место выращивания – УНИПЦ «Агротехнопарк» Тверской ГСХА). По ГОСТ 26574-2017 мука отвечала характеристикам сорта обойная. Технология производства порошкового продукта из топинамбура включала операции: мойка → нарезка → отжим сока → конвективная сушка выжимок → измельчение → рассев → упаковка. Использовались фракции со средним размером частиц 250–315 мкм (рис. 2).



Рис. 2. Мука из выжимок клубней топинамбура (средний помол)
Jerusalem artichoke tuber pomace flour (medium grind)

Изготовление экспериментальных макаронных изделий осуществлялось на лабораторном макаронном прессе с последующей сушкой в естественных условиях.

Определение качества образцов производилось в соответствии с ГОСТ 31743-2017. Оценка варочных свойств лапши проводилась по ГОСТ 31964-2012. Дегустация лапши осуществлялась в соответствии с разработанным Положением о проведении дегустации макаронных изделий ООО «Мелькомбинат», входящего в АО ГК «Мелком» (Тверь, Россия). Математическая и графическая обработка данных выполнялась при помощи прикладного программного комплекса MS Excel.

Результаты и их обсуждение. В рамках реализации научной работы были изготовлены экспериментальные макаронные изделия и выполнена их оценка качества (табл. 2, рис. 3). Так, установлено, что введение 10 % муки из зерна бобовых в состав макаронного теста из пшеничной х/п муки повысило содержание белка в лапше относительно контроля на 4,1 (нут) – 10,6 % (чечевица). Одновременно наблюдалось сокращение продолжительности варки изделий – на 100 с (горох) и 180 с (нут), или 13,3–24,0 %, что было обусловлено существенно меньшим содержанием крахмала и большим содержанием белка в муке из зерна бобовых по сравнению с пшеничной, что определяет скорость поглощения воды и клейстеризацию.

В свою очередь увеличение доли введения муки из зерна бобовых до 30 % (на примере нута) продемонстрировало уменьшение времени варки изделий на 330 с, или 44,0 %. Кроме этого, несмотря на сокращение времени приготовления, данный образец характеризовался наибольшими значениями сухого вещества, перешедшего при варке в воду (14,0 %), что, в частности, происходит за счет изменения свойств белка и крахмала, содержащихся в изделиях, и ускорения процессов гидратации и коагуляции.

Дегустационная оценка лапши выявила, что наилучшими параметрами характеризовались макаронные изделия с добавлением 10 % муки из зерна нута – 43,16 балла, что на 5,35 балла (14,1 %) выше контроля. Незначительно меньшими сенсорными свойствами отличалась лапша с гороховой компонентой – 42,14 балла (на 4,33 балла (11,5 %) выше контроля). Увеличение дозировки муки из зерна нута до 30 % снижало итоговую дегустационную оценку по сравнению с контролем на 3,15 балла (8,3 %).

Таблица 2

Результаты оценки качества изделий из хлебопекарной муки
The results of the evaluation of the quality of bakery flour products

Показатель	Образец				
	Контроль	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Исходная влажность, %	9,7	10,0	10,0	10,0	9,4
Белок на сырое вещество, %	12,3	13,4	13,6	12,8	13,2
Общая кислотность, град.	1,7	1,5	1,9	1,6	2,7
Массовая доля золы в пересчете на СВ, %	0,592	0,723	0,777	0,946	1,260
Зола нерастворимая, в 10 % HCl, %	0,016	0,050	0,017	0,020	0,013
СВ, перешедшее в варочную воду, %	6,3	6,7	4,8	5,7	14,0
Время варки, с	750	650	600	570	420
Σ дегустационных баллов	37,81	42,14	38,68	43,16	34,66

Примечание: СВ – сухое вещество.



Рис. 3. Образцы лапши повышенной пищевой ценности из муки х/п
Samples of high-nutritional noodles made from baking flour

Сопоставимая тенденционность изменения качественных характеристик была выявлена и при анализе макаронных изделий, выработанных из муки зерна твердых сортов пшеницы (табл. 3, рис. 4). Наибольшее содержание белка в сыром веществе (14,4 %) было получено при введении 10 % муки из зерна чечевицы, где рост количества белковых фракций по сравне-

нию с контролем составил 1,1 % (или, в относительном выражении, 8,3 %). Использование муки из зерна бобовых также способствовало повышению количества сухого вещества, перешедшего в воду при варке. Рост составлял от 22,6 (горох (10 %)) до 129,0 % (нут (30 %)). Одновременно макаронные изделия с мукой из зерна бобовых характеризовались уменьшен-

ным временем приготовления, длительность которого сократилась на 100, 150, 165 с (13,9, 20,8, 22,9 %) для образцов с горохом (10 %), нут (10 %), чечевицей (10 %) соответственно и на 300 сек (129,0 %) для образца с нут (30 %).

Примечательно, что по результатам дегустационного анализа только изделия с мукой из

зерна нута (10 %) соответствовали контрольному образцу (46,51 балла). Наименьшие баллы 37,33 и 37,83 были получены макаронными изделиями с добавлением муки из зерна нута (30 %) и чечевицы (10 %).

Таблица 3

Результаты оценки качества изделий из муки из зерна твердых сортов пшеницы
Results of evaluation of the quality of durum wheat flour products

Показатель	Образец				
	Контроль	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Исходная влажность, %	11,5	10,1	11,2	9,7	10,0
Белок на сырое вещество, %	13,3	14,2	14,4	13,4	13,8
Общая кислотность, град.	1,7	1,9	1,9	1,9	3,7
Массовая доля золы в пересчете на СВ, %	0,697	1,066	1,112	1,194	1,695
Зола нерастворимая, в 10 % HCl, %	0,023	0,083	0,020	0,010	0,013
СВ, перешедшее в варочную воду, %	6,2	7,6	7,7	8,2	14,2
Время варки, с	720	620	555	570	420
Σ дегустационных баллов	46,51	43,83	37,83	46,51	37,33

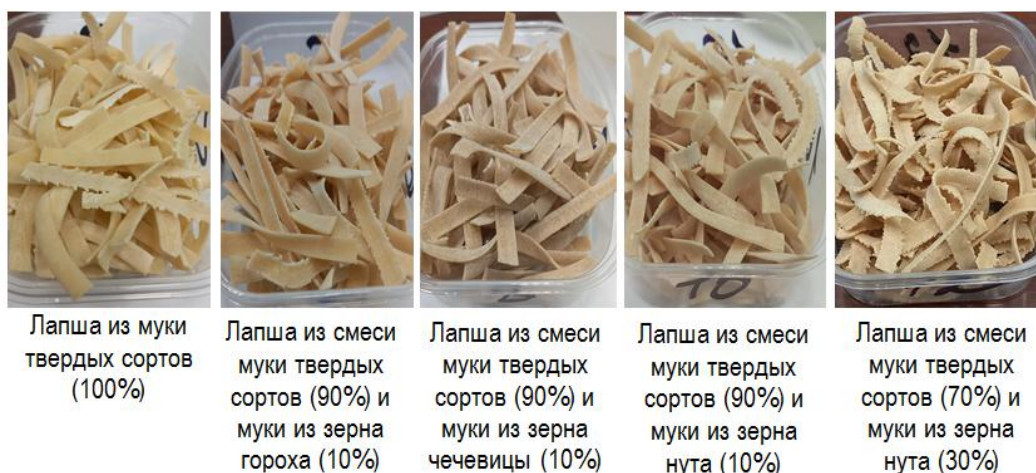


Рис. 4. Образцы лапши повышенной пищевой ценности из муки твердых сортов
Samples of high-nutritional noodles made from durum flour

Отдельно необходимо сказать об увеличении кислотности макаронных изделий (на 58,8 и 117,6 % соответственно) при росте дозировки введения бобового сырья (до 30,0 %), обусловленной прежде всего его химическим составом, в частности существенным содержанием фитатов, органических кислот (щавелевая, лимонная, яблочная), а также особенностями белковых фракций бобовых, характеризующихся высокой буферной способностью, поддерживающей кислотность продукции.

Как видно на фотографиях, общим для исследуемых изделий является то, что добавка

муки из бобовых приводит к потемнению лапши. Особенно это проявляется при добавлении муки из зерна чечевицы, поскольку данный продукт недостаточно очищен от темной оболочки. В меньшей степени такое влияние сказывается на лапше из муки твердых сортов. Для улучшения цвета лапши необходимо повысить качество муки из бобовых за счет более полного удаления оболочек.

Одним из ключевых факторов, определяющих целесообразность введения муки из зерна бобовых в изделия, является существенное улучшение нутриентного и аминокислотного

профилей разрабатываемой продукции. Так, известно, что лимитирующей незаменимой аминокислотой (НАК) в белке пшеничной муки является лизин (скор 0,46–0,57 в зависимости от сорта) [20]. На рисунке 5 представлены графики

изменения минимального сора (скор лизина – лимитирующей НАК) смеси муки из зерна бобовых культур с мукой пшеничной высшего сорта по мере увеличения доли бобовых.

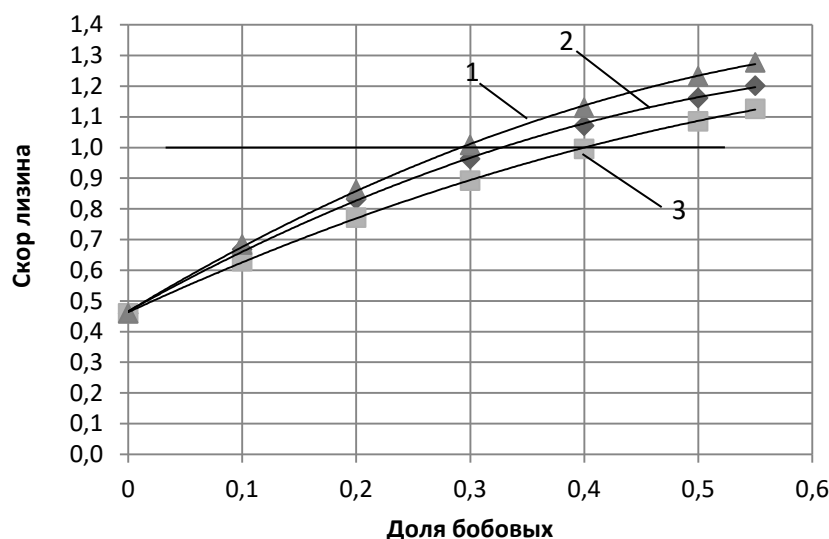


Рис. 5. Влияние муки из зерна бобовых на минимальный скор лизина в смеси:

1 – горох; 2 – нут; 3 – чечевица

The effect of bean flour on the minimum lysine score in the mixture:

1 – peas; 2 – chickpeas; 3 – lentils

Как видно, добавка бобовых в пределах до 30–40 %, кроме увеличения содержания общего белка, улучшает профиль его НАК, но не делает

полноценным. Больше рекомендуемого (4–5) остается и соотношение «углеводы – белок», как это прослеживается из графика (рис. 6).

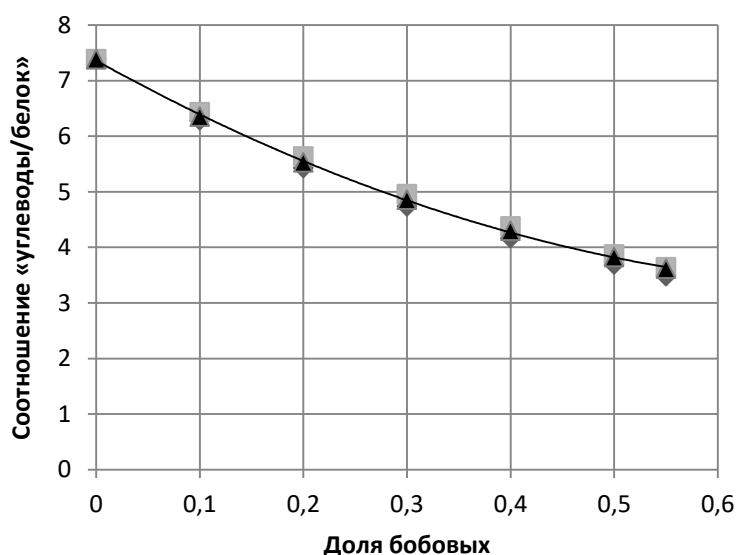


Рис. 6. Влияние бобовой добавки на соотношение «углеводы/белок» в смеси пшеничной муки высшего сорта с горохом, нут или чечевицей
The effect of a bean supplement on the carbohydrate/protein ratio in a mixture of premium wheat flour with peas, chickpeas or lentils

Приемлемое соотношение «углеводы – белок» наблюдается в диапазоне добавки бобовых 25–35 %.

Другим эффективным способом обогащения макаронных изделий может быть использование вторичных продуктов переработки растительного сырья, многие из которых отличаются ценным нутриентным составом. К такому сырью в полной мере относятся выжимки топинамбура, которые при переработке в сухой порошок продукт могут найти самое широкое применение в технологиях различной пищевой продукции. В частности замещение в макаронном тесте пшеничной х/п цельнозерновой муки мукой из выжимок клубней топинамбура позволяет значительно улучшить дегустационные характеристики изделий (табл. 4). Так, сумма дегустационных баллов за счет улучшения вкусоароматических характеристик изделий повышалась от

3,38 (8,9 %) до 5,73 балла (15,0 %) при добавлении 10 и 20 % муки из выжимок клубней топинамбура соответственно. Образец с 30 %-й добавкой занимал промежуточное положение. При этом с увеличением доли топинамбура в изделиях несколько возрастало время их варки – от 30 до 75 с (от 4,1 до 10,2 %). Стоит отметить, что выявленное в эксперименте увеличение длительности процесса варки изделий при повышении дозировки введения муки топинамбура связано с высоким содержанием в нем инулина и клетчатки, обладающих сильной влагосвязывающей способностью, определяющей скорость разваривания и плотность макарон. В целом наиболее оптимальными характеристиками отличались изделия с 20 %-м добавлением муки из выжимок клубней топинамбура, обладающие высокими органолептическими и технологическими свойствами (рис. 7).

Таблица 4

Результаты оценки качества изделий с мукой из выжимок клубней топинамбура
The results of the evaluation of the quality of products with flour
from jerusalem artichoke tuber pomace

Показатель	Образец			
	Контроль	№ 1	№ 2	№ 3
Исходная влажность, %	9,8	9,8	9,9	9,9
Белок на сырое вещество, %	14,1	13,9	13,7	13,5
Общая кислотность, град.	1,6	1,8	1,9	2,0
Массовая доля золы в пересчете на СВ, %	0,581	0,624	0,681	0,728
Зола нерастворимая, в 10 % HCl, %	0,015	0,016	0,018	0,019
СВ, перешедшее в варочную воду, %	6,5	6,3	6,0	5,6
Время варки, с	735	765	795	810
Σ дегустационных баллов	38,13	41,51	43,86	42,78



Рис. 7. Образец макаронных изделий с мукой из выжимок клубней топинамбура (20 %)
A sample of pasta with flour from jerusalem artichoke tuber pomace (20 %)

Одной из основных целей замены пшеничного сырья при изготовлении макаронных изделий, помимо относительно низкой пищевой цен-

ности, является сокращение потребления глютена, способствующего при избыточном присутствии в рационе проявлению различных аллер-

гических реакций и заболеваний ЖКТ [21]. Применяемые в рамках данной работы материалы – мука из зерна бобовых и мука из выжимок клубней топинамбура – являются ценным биологическим сырьем. Так, к примеру, цельнозерновая мука бобовых при введении ее в состав композитных смесей для изготовления макарон существенно повышает содержание в них белка и Са, снижает гликемическую нагрузку, улучшает реологию и сенсорные характеристики макаронного теста [22]. Известны примеры успешного применения в рецептурах макаронных изделий различного бобового сырья: соя [13], люпин [15], фасоль [22], нут [23] и др.

Целесообразность использования топинамбура в качестве обогащающего материала при изготовлении макаронных изделий подтверждается и другими исследованиями. Так, в частности, введение топинамбурного пюре (30–40 г/100 г сухого сырья) в макаронное тесто, помимо насыщения инулином (4,8–6,2 мг/100 г продукта), повышало содержание пищевых волокон на 30,0–39,0, К – на 31,0–40,0, Р – на 11,0–13,0, ниацина – на 23,0–29,0 % [17].

Заключение. В результате исследования определено, что наиболее высокими дегустационными характеристиками среди изделий как из пшеничной х/п муки, так и из муки твердых сортов пшеницы отличались образцы лапши с добавлением 10 % муки из зерна нута. При этом по обогащению общим белком данные изделия уступали образцам с добавлением муки из зерна чечевицы на 8,3–10,6 %. Примечательно, что дополнительный компонент в виде муки из зерна бобовых позволяет не только существенно повысить общее содержание белка в лапше, но и оптимизировать его качество (улучшить аминокислотный профиль). Так, при 10 %-й добавке общий белок смеси увеличивается незначительно, однако скор лизина по расчетам возрастает с 0,46 до 0,60–0,65. При 10 %-й добавке имеет место избыток углеводов. В случае с 30 %-й до-

бавкой формируется полноценный белок с содержанием его в смеси с пшеничной мукой около 14 % и хорошим соотношением «углеводы/белок» (около 5), что соответствует рекомендациям специалистов (МР 2.3.1.0253-21), но при этом существенно снижается балл дегустационной оценки. Кроме того, с ростом доли бобовых возрастают зольность, кислотность и переход сухого вещества в варочную воду, а также несколько сокращается время варки изделий.

Одновременно было установлено, что замещение в макаронном тесте пшеничной х/п цельнозерновой муки мукой из выжимок клубней топинамбура также позволяет значительно улучшить органолептические характеристики изделий. Так, сумма дегустационных баллов за счет улучшения вкусоароматических показателей повышалась от 3,38 (8,9 %) до 5,73 балла (15,0 %), при добавлении 10 и 20 % муки из выжимок клубней топинамбура соответственно. Образец с 30 %-й добавкой занимал промежуточное положение. При этом с увеличением доли топинамбура в изделиях несколько возрастало время их варки – на 30–75 с (4,1–10,2 %). В целом совокупно наиболее оптимальными характеристиками отличались изделия с 20 %-м добавлением муки из выжимок клубней топинамбура, обладающие высокими органолептическими и технологическими свойствами.

Разработанные макаронные изделия могут быть успешно применены как на крупных производствах, так и на небольших предприятиях общественного питания для расширения ассортимента продукции и повышения ее востребованности у потребителей, ориентированных на здоровое питание.

На следующих этапах работы планируется исследовать комбинированные разновидности композитных мучных смесей с бобовыми, топинамбуром и порошковыми продуктами из вторичных материалов переработки семян масличных культур.

Список источников

1. Panda T.Ch., Jaddu S., Bansode V., et al. A novel approach to increase calcium and fiber content in pasta using kadamba fruit (*Neolamarckia cadamba*) powder and study of functional and structural characteristics // *Journal of Food Science and Technology*. 2024. Vol. 61, is. 2. P. 311–319. DOI: 10.1007/s13197-023-05842-9. EDN: VKHIEQ.
2. Torgan A.B., Grudanov V.Ya., Barsukov V.G., et al. An engineering approach to the study of the processes of dough flow in the production of pasta at agro-industrial enterprises // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2024. Vol. 16, is. 3. P. 25–47. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-3-838. EDN: GBOURH.

3. Кандроков Р.Х. Влияние содержания зерна белозерной пшеницы в твердой пшенице на выход и качество муки и макаронных изделий // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2023. Т. 61, вып. 2. С. 162–176. DOI: 10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176. EDN: SDYZLK.
4. Павельева Е.Г., Резниченко И.Ю. Разработка и оценка качества лапши быстрого приготовления специализированного назначения // Вестник КрасГАУ. 2023. № 8 (197). С. 249–256. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-249-256. EDN: FRWPYY.
5. Фазуллина О.Ф., Смирнов С.О., Королев А.А. Макароны из цельнозерновой муки полбы и порошков брокколи и сельдерея // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 1. С. 86–98. DOI: 10.36107/spfp.2020.221. EDN: CALVUO.
6. Мелешкина Л.Е., Снегирева А.В., Червякова Н.В. Макароны функционального назначения // Ползуновский вестник. 2021. № 4. С. 52–59. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.008. EDN: PUHPSX.
7. Абуова А.Б., Муслимов Н.Ж., Кабылда А.И. Показатели качества и безопасности нетрадиционных видов муки для производства безглютеновых макаронных изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 3. С. 40–55. DOI: 10.36107/spfp.2022.345. EDN: KYBMKK.
8. Sharma S., Joshi S., Gupta A., et al. Influence of quality protein maize enrichment on the antioxidant, protein profile, in vitro digestibility and quality characteristics of pasta // Journal of Food Measurement and Characterization. 2023. Vol. 17, is. 6. P. 6236–6252. DOI: 10.1007/s11694-023-02063-8. EDN: PQAXXF.
9. Сидорова Ю.С., Бирюлина Н.А., Зилова И.С., и др. Белки зерна амаранта: перспективы использования в специализированной пищевой продукции // Вопросы питания. 2022. Т. 91. № 3 (541). С. 96–106. DOI: 10.33029/0042-8833-2022-91-3-96-106. EDN: BWGBNS.
10. Rahmah L., Ansori A.N.M., Sari N.I.P. Increasing the content of fiber and minerals in gnocchi with added dragon fruit peels as substitution of ingredient for improvement of food product quality and human health // Food Systems. 2024. Vol. 7, is. 1. P. 99–104. DOI: 10.21323/2618-9771-2024-7-1-99-104. EDN: VQJNQS.
11. Урубков С.А., Королев А.А., Смирнов С.О. Пищевая ценность макаронных изделий на основе зернобобового сырья, предназначенных для лиц геронтологического профиля // Пищевая промышленность. 2022. № 10. С. 71–75. DOI: 10.52653/PPI.2022.10.10.016. EDN: WUVSLP.
12. Sissons M. Development of novel pasta products with evidence based impacts on health – a review // Foods. 2022. Vol. 11, is. 1. Article number 123. DOI: 10.3390/foods11010123. EDN: ZDTJIP.
13. Осипова Г.А., Самофалова Л.А., Березина Н.А., и др. Безотходная переработка сои: использование соевой окары в макаронном производстве // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 1 (29). С. 56–62. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11073. EDN: YZEUPZ.
14. Suo X., Vittadini E., Wang Z., et al. The effect of chickpea flour and its addition levels on quality and *in vitro* starch digestibility of corn-rice-based gluten-free pasta // International Journal of Food Sciences and Nutrition. 2022. Vol. 73, is. 5. P. 600–609. DOI: 10.1080/09637486.2022.2040008. EDN: YTQEIC.
15. Yaver E., Bilgiçli N. Effect of ultrasonicated lupin flour and resistant starch (type 4) on the physical and chemical properties of pasta // Food Chemistry. 2021. Vol. 357. P. 129758. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129758. EDN: EMFLFK.
16. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. М.: ДеЛи принт, 2007. 275 с. EDN: QNGUUT.
17. Беркетова Л.В., Забелина А.И. Макароны с растительным компонентом // Пищевая промышленность. 2025. № 2. С. 52–55. DOI: 10.52653/PPI.2025.2.2.010. EDN: SQVMBP.
18. Васильев А.С., Чумакова Е.Н., Фаринюк Ю.Т. Формирование показателей качества пшеничного хлеба при добавлении порошка топинамбура // Вестник КрасГАУ. 2019. № 5 (146). С. 174–181. EDN: EDDKAT.
19. Наумова Н.Л., Каменева К.С., Щевьева К.В. Об эффективности применения порошка из клубней топинамбура в рецептуре зернового хлеба // Ползуновский вестник. 2019. № 1. С. 71–75. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.01.013. EDN: KLPHEL.

20. Зверев С.В., Бондаренко Ю.В., Глухова Е.В. Использование смесей на базе зерна бобовых культур в хлебопекарной отрасли // Хлебопродукты. 2021. № 10. С. 36–40. DOI: 10.32462/0235-2508-2021-30-10-36-40. EDN: XWYBLH.
21. Типсина Н.Н., Благодарнова Г.В., Туманова А.Е. Повышение пищевой ценности макаронных изделий при использовании гречневой, рисовой муки // Пищевая промышленность. 2021. № 3. С. 23–26. DOI: 10.24412/0235-2486-2021-3-0023. EDN: JTLIVX.
22. Марадудин М.С., Симакова И.В., Елисеев Ю.Ю., и др. Исследование композитных смесей на основе крупки пшеницы твердой и муки фасоли белой для производства макарон как специализированных пищевых продуктов // Вопросы питания. 2024. Т. 93, № 1 (551). С. 125–134. DOI: 10.33029/0042-8833-2024-93-1-125-134. EDN: PAQAYV.
23. Smuda S.S., Mohamed R.M., Abdelmaksoud T.G. Development of gluten-free pasta with chickpeas as a wheat flour substitute and fortified with carob, beetroot, and spinach // Food Systems. 2024. Vol. 7, is. 3. P. 363–367. DOI: 10.21323/2618-9771-2024-7-3-363-367. EDN: SAGNBY.

References

1. Panda TCH, Jaddu S, Bansode V, et al. A novel approach to increase calcium and fiber content in pasta using kadamb fruit (*Neolamarckia cadamba*) powder and study of functional and structural characteristics. *Journal of Food Science and Technology*. 2024;61(2):311-319. DOI: 10.1007/s13197-023-05842-9. EDN: VKHIEQ.
2. Torgan AB, Grudanov VYA, Barsukov VG, et al. An engineering approach to the study of the processes of dough flow in the production of pasta at agro-industrial enterprises. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2024;16(3):25-47. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-3-838. EDN: GBOURH.
3. Kandrov RKh. Effect of white wheat in durum wheat on the yield and quality of flour and macaroni products. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series (Vesci Nacyânal'nej akademiï navuk Belarusi. Seryâ agrarnykh navuk)*. 2023;61(2):162-176. (In Russ.) DOI: 10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176. EDN: SDYZLK.
4. Paveleva EG, Reznichenko IYU. Development and quality evaluation of instant noodles for specialized purpose. *Bulletin of KSAU*. 2023;(8):249-256. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-249-256. EDN: FRWPYY.
5. Fazullina OF, Smirnov SO, Korolev AA. Pasta from wholegrain spelt flour and broccoli and celery powders. *Storage and Processing of Farm Products*. 2020;1:86-98. (In Russ.). DOI: 10.36107/spfp.2020.221. EDN: CALVUO.
6. Meleshkina LE, Snegereva AV, Chervyakova NV. Functional pasta product. *Polzunovskiy vestnik*. 2021;4:52-59. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.008. EDN: PUHPSX.
7. Abuova AB, Muslimov NZh, Kabylda AI. Quality and safety indicators of non-traditional types of flour for the production of gluten-free pasta. *Storage and Processing of Farm Products*. 2022;3:40-55. (In Russ.). DOI: 10.36107/spfp.2022.345. EDN: KYBMKK.
8. Sharma S, Joshi S, Gupta A, et al. Influence of quality protein maize enrichment on the antioxidant, protein profile, in vitro digestibility and quality characteristics of pasta. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2023;17(6):6236-6252. DOI: 10.1007/s11694-023-02063-8. EDN: PQAXXF.
9. Sidorova YuS, Biryulina NA, ZilovalS, et al. Amaranth grain proteins: prospects for use in specialized food products. *Problems of nutrition*. 2022;91(3):96-106. (In Russ.). DOI: 10.33029/0042-8833-2022-91-3-96-106. EDN: BWGBNS.
10. Rahmah L, Ansori ANM, Sari NIP. Increasing the content of fiber and minerals in gnocchi with added dragon fruit peels as substitution of ingredient for improvement of food product quality and human health. *Food Systems*. 2024;7(1):99-104. DOI: 10.21323/2618-9771-2024-7-1-99-104. EDN: VQJNQS.
11. Urubkov SA, Korolev AA, Smirnov SO. Nutritional value of pasta based on leguminous raw materials, intended for persons of gerontological profile. *Food Industry*. 2022;10:71-75. (In Russ.). DOI: 10.52653/PPI.2022.10.10.016. EDN: WUVSLP.
12. Sissons M. Development of novel pasta products with evidence based impacts on health – a review. *Foods*. 2022;11(1):123. DOI: 10.3390/foods11010123. EDN: ZDTJIP.

13. Osipova GA, Samofalova LA, Berezina NA, et al. Wasteless processing of soy: use soya okara in macaroni manufacture. *Legumes and Groat Crops*. 2019;1:56-62. (In Russ.). DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11073. EDN: YZEUPZ.
14. Suo X, Vittadini E, Wang Z, et al. The effect of chickpea flour and its addition levels on quality and *in vitro* starch digestibility of corn–rice-based gluten-free pasta. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2022;73(5):600-609. DOI: 10.1080/09637486.2022.2040008. EDN: YTQEIC.
15. Yaver E, Bilgiçli N. Effect of ultrasonicated lupin flour and resistant starch (type 4) on the physical and chemical properties of pasta. *Food Chemistry*. 2021;357:129758. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129758. EDN: EMFLFK.
16. Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. *Tablicy himicheskogo sostava i kalorijnosti rossijskih produktov pitaniya*. Moscow: Delhi Print LLC; 2007. 275 p. EDN: QNGUUT. (In Russ.).
17. Berketova LV, Zabelina AI. Pasta with vegetable component. *Food Industry*. 2025;2:52-55. (In Russ.). DOI: 10.52653/PPI.2025.2.2.010. EDN: SQVMBP.
18. Vasiliev AS, Chumakova EN, Farinyuk YuT. The formation of wheat bread quality indicators by adding jerusalem artichoke powder. *Bulletin of KSAU*. 2019;(5):174-181. EDN: EDDKAT. (In Russ.).
19. Naumova NL, Kameneva KS, Shchevyeva KV. On the effectiveness of jerusalem artichoke tuber powder in the formulation of grain bread. *Polzunovskiy vestnik*. 2019;1:71-75. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.01.013. EDN: KLPHEL.
20. Zverev SV, Bondarenko YUV, Glukhova EV. The use of mixtures based on legumes in the bakery industry. *Khleboproducty*. 2021;10:36-40. (In Russ.). DOI: 10.32462/0235-2508-2021-30-10-36-40. EDN: XWYBLH.
21. Tipsina NN, Blagodarnova GV, Tumanova AE. Increasing the nutritional value of pasta products when using buckwheat, rice flour. *Food Industry*. 2021;3:23-26. (In Russ.). DOI: 10.24412/0235-2486-2021-3-0023. EDN: JTLIVX.
22. Maradudin MS, Simakova IV, Eliseev YuYu, et al. Study of composite mixtures based on durum wheat semolina and white beans flour for pasta production as specialized food products. *Problems of nutrition*. 2024;93(1):125-134. (In Russ.). DOI: 10.33029/0042-8833-2024-93-1-125-134. EDN: PAQAYV.
23. Smuda SS, Mohamed RM, Abedelmaksoud TG. Development of gluten-free pasta with chickpeas as a wheat flour substitute and fortified with carob, beetroot, and spinach. *Food Systems*. 2024;7(3):363-367. DOI: 10.21323/2618-9771-2024-7-3-363-367. EDN: SAGNBY.

Статья принята к публикации 05.09.2025 / The article accepted for publication 05.09.2025.

Информация об авторах:

Наталья Анатольевна Скудова, начальник центра контроля качества

Лидия Николаевна Иванова, инженер по качеству

Сергей Васильевич Зверев, профессор кафедры агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства, доктор технических наук, профессор

Александр Сергеевич Васильев, заведующий кафедрой агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Елена Николаевна Чумакова, доцент кафедры агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Information about the authors:

Natalia Anatolievna Skudova, Head of the Quality Control Center

Lidiya Nikolaevna Ivanova, Quality Engineer

Sergey Vasilievich Zverev, Professor at the Department of Agrobiotechnology, Processing Industries and Seed Production, Doctor of Technical Sciences, Professor

Alexander Sergeevich Vasiliev, Head of the Department of Agrobiotechnology, Processing Industries and Seed Production, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

Elena Nikolaevna Chumakova, Associate Professor at the Department of Agrobiotechnology, Processing Industries and Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor