

УДК 664.83:613.2

[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2020-13-4\(50\)-15-23](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2020-13-4(50)-15-23)

Поступила в редакцию 23.10.2020

Received 23.10.2020

**З. В. Ловкис<sup>1</sup>, Н. И. Белякова<sup>1</sup>, В. В. Шилов<sup>1</sup>, А. В. Садовская<sup>1</sup>, Ю. С. Усеня<sup>1</sup>,  
Ю. А. Артюх<sup>2</sup>, А. М. Шемшелева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусское республиканское общественное объединение помощи детям больным фенилкетонурией  
«Будущее без границ»

## **РАЗРАБОТКА НИЗКОБЕЛКОВЫХ КАРТОФЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЕМ ОБМЕНА ФЕНИЛАЛАНИНА**

**Аннотация.** В статье представлены данные научно-исследовательской работы по разработке технологии производства низкобелковых картофельных продуктов (картофельное пюре, клецки) для питания людей с нарушением обмена фенилаланина, приведены результаты оценки разработанных продуктов по органолептическим, структурно-механическим, реологическим свойствам. Значения пищевой ценности опытных образцов концентратов низкобелковых картофельных продуктов, изготовленных по разработанной технологии, составили: белок — от 2,5 до 4 г, фенилаланин — от 120 до 245 мг в 100 г сухой смеси, в порции приготовленного продукта (100 г) содержание белка составляет 0,5–1 г, фенилаланина 30–48 мг. В статье также представлены результаты исследования изменения постпрандиального уровня глюкозы в крови при приеме в пищу низкобелковых картофельных продуктов (клецок и пюре).

**Ключевые слова:** фенилкетонурия, специализированные пищевые продукты, продукты картофельные низкобелковые, белок, фенилаланин, пищевая ценность, постпрандиальный глюкозный ответ

**Z. V. Lovkis<sup>1</sup>, N. I. Belyakova<sup>1</sup>, V. V. Shylau<sup>1</sup>, A. V. Sadovskaya<sup>1</sup>, Yu. S. Usenya<sup>1</sup>,  
Yu. A. Artyukh<sup>2</sup>, H. M. Shemsheleva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian Republican Public Association for Helping Children with Phenylketonuria  
“Future without Borders”

## **DEVELOPMENT OF LOW PROTEIN POTATO PRODUCTS FOR NUTRITION OF PEOPLE WITH PHENYLALANINE METABOLISM**

**Abstract.** The article presents the data of research work on the development of technology for the production of low-protein potato products (mashed potatoes, dumplings) for the nutrition of people with impaired phenylalanine metabolism, the results of evaluating the developed products in terms of organoleptic, structural-mechanical, rheological properties. The values of the nutritional value of the prototypes of concentrates of low-protein potato products made according to the developed technology were: protein — from 2.5 to 4 g, phenylalanine — from 120 to 245 mg per 100 g of product, in a portion of the prepared product (100 g) the protein content is 0.5–1 g, phenylalanine 30–48 mg. The article also presents the results of a study of changes in postprandial blood glucose levels when eating low-protein potato products (dumplings and mashed potatoes).

**Keywords:** phenylketonuria, specialized food products, low-protein potato products, protein, phenylalanine, nutritional value, postprandial glucose response

**Введение.** Фенилкетонурия — наследственное заболевание, в основе которого лежит нарушение аминокислотного обмена. Диетотерапия у этой категории больных является способом лечения, способствуя нормальному нервно-психическому развитию ребенка. В рационе снижается количество пищевого белка и фенилаланина до минимальной возрастной потребности, а употребляемые в пищу

продукты разрабатываются на основе мальтодекстрина и различных видов крахмала (пшеничного, безглютенового пшеничного, кукурузного, картофельного, модифицированного). При этом картофель и продукты из него вводят в рацион питания людей с нарушением обмена фенилаланина с осторожностью, равномерно распределяя данные продукты [1]. На белорусском рынке специализированные низкобелковые продукты представлены в основном изделиями импортного производства, имеющими высокую стоимость. Поэтому разработка отечественных продуктов питания для данной категории населения является важной задачей, имеющей социальную значимость.

**Цель исследований** — разработка технологии производства низкобелковых картофельных продуктов.

**Результаты и их обсуждение.** Низкобелковые картофельные продукты широко выпускаются в европейских странах (торговые марки Loprofin SHS (Нидерланды), Balviten (Польша), Mevalia (Италия)), их производство также организовано в России (МакМастер), в Беларуси до 2020 года выпуск данных продуктов не осуществлялся. В рамках реализации научно-технического задания, выполняемого в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», по разработке специализированных пищевых продуктов со сниженным содержанием белка и фенилаланина проведены научные исследования по разработке технологии низкобелковых картофельных продуктов для питания людей с нарушением обмена фенилаланина.

Основным сырьем в выпускаемых импортных низкобелковых картофельных продуктах (смесьях для приготовления картофельного пюре, клецек, драников) является крахмал картофельный, крахмал модифицированный и сухие картофельные хлопья.

В Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания проведены исследования содержания крахмала, белка и фенилаланина в низкобелковом сухом картофельном пюре (торговая марка Mevalia) и смеси для клецек низкобелковой (Loprofin SHS). Установлено, что общее содержание крахмала в пюре составляет 79% в 100 г продукта и включает как крахмал, содержащийся в картофельных хлопьях, на долю которых, согласно информации, приведенной на упаковке продукта, приходится 55%, так дополнительно добавленный модифицированный картофельный крахмал. Смесь для низкобелковых клецек (торговая марка Loprofin) содержит в своем составе крахмал картофельный, крахмал модифицированный, картофельные хлопья, соль, эмульгатор моно- и диглицериды жирных кислот, мускатный орех, куркуму. Массовая доля крахмала в смеси для картофельных клецек составила 81,4%.

Пищевая ценность 100 г картофельного пюре, согласно маркировке на этикетке, составляет: белки — 4,1 г (в 100 г приготовленного пюре — 0,5 г), жиры — 0,6 г, углеводы — 86,0 г. Содержание фенилаланина — 200 мг (в 100 г приготовленного пюре — 24 мг). Проведенные исследования показали, что фактическое содержание белка в 100 г картофельного пюре составляет 3,88г, в том числе фенилаланина — 216,0 мг.

Пищевая ценность 100 г картофельных клецек, согласно маркировке на этикетке, составляет: белки — 2,7 г (в готовой порции клецек — 0,9 г), жиры — 0,7 г, углеводы — 80,0 г. Содержание фенилаланина — 95 мг (в готовой порции клецек — 31 мг). Проведенные исследования показали, что фактическое содержание белка в 100 г смеси составляет 3,07 г, в том числе фенилаланина — 49,0 мг.

Внесение крахмала в состав смеси для картофельного пюре и клецек не только влияет на пищевую ценность продукта, снижает содержание белка и фенилаланина, но и выполняет технологическую функцию: в смеси для клецек и пюре крахмал выступает загустителем и связующим компонентом, а готовый продукт приобретает приятную и нежную структуру.

При разработке белорусского низкобелкового продукта в качестве основных критериев оптимизации были приняты содержание белка и фенилаланина в 100 г смеси и порции приготовленного продукта, органолептические свойства продукта, продолжительность кулинарной обработки.

Основными компонентами при разработке рецептурных составов смесей для картофельного пюре и клецек использовали сухое картофельное пюре в виде хлопьев, крахмалы, а также соль и куркуму для придания продуктам вкуса и цвета (желтого), свойственного данной категории продуктов.

Количественные соотношения компонентов подбирались таким образом, чтобы продукт обладал не только высокими вкусовыми характеристиками, но и был удобен в формовании (для клецек), а также обеспечивалась нужная плотность и консистенция как в процессе изготовления, так и при кулинарной обработке.

На первом этапе был проведен анализ подходящих модифицированных крахмалов различных производителей и исследования по определению условной вязкости (времени истечения) 5 %-го раствора крахмала в вискозиметре ВЗ-246.

Анализ данных условной вязкости 5 %-го раствора крахмалов показал, что наибольшим значением вязкости обладают следующие крахмалы: дикрахмаладипат ацетилованный (пищевая добавка E1422), картофельный экструзионный крахмал, дикрахмалфосфат ацетилованный «сшитый» (пищевая добавка E1414). Данные виды крахмалов применяются в пищевой промышленности в качес-

тве загустителей и эмульгаторов, для связывания влаги, являются разрешенными для применения для производства продуктов детского питания.

Далее был осуществлен подбор соотношения компонентов в смеси картофельных клецек таким образом, чтобы в порции приготовленных клецек (100 г) содержание белка составляло не более 1 г, регулировали содержание сухих картофельных хлопьев и крахмала. На рис. 1 приведен внешний вид клецек сырых и кулинарно приготовленных.

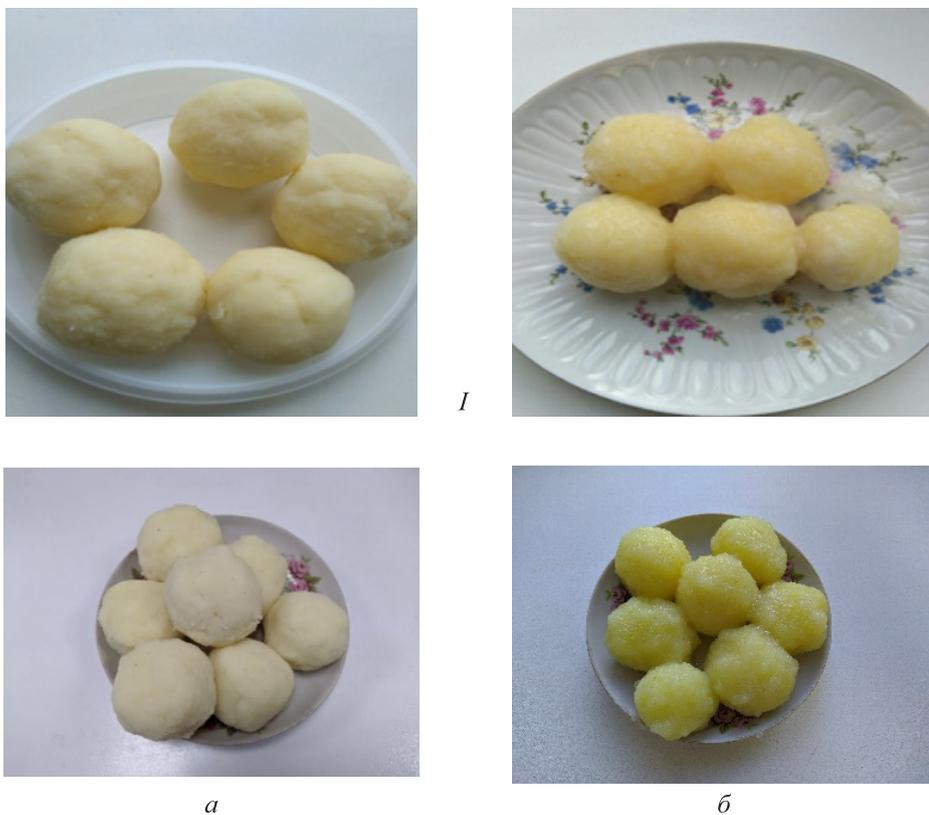


Рис. 1. Внешний вид образцов сырых (а) и сваренных (б) картофельных клецек низкобелковых:

I — клецки низкобелковые (Loprofin SHS); II — опытный образец клецек низкобелковых

Fig. 1. Appearance of raw (a) and cooked (b) samples low protein potato dumplings:

I — low protein dumplings (Loprofin SHS); II — prototype of low-protein dumplings

Установлен способ приготовления картофельных клецек: сухую смесь для приготовления клецек всыпают в воду в соотношении 1:2, тщательно перемешивают, формуют клецки размером 20–25 мм и варят в слегка кипящей подсоленной воде после всплытия 10–15 минут.

В состав смеси низкобелковой для приготовления клецек входят крахмал картофельный высшего сорта, пюре картофельное сухое, крахмал модифицированный, соль поваренная пищевая йодированная, моно- и диглицериды жирных кислот (пищевая добавка E471), куркума молотая.

Фактическое содержание белка в сухой смеси для приготовления картофельных клецек составило 2,5 г, фенилаланина — 120,0 мг в 100 г смеси. Восстановленные клецки (100 г) из данной смеси содержат 1,0 г белка и 48,0 мг фенилаланина.

Дальнейшая работа была направлена на разработку низкобелкового картофельного пюре, установления влияния технологических операций и вносимых компонентов на физико-механические (вязкость) и органолептические свойства восстановленного готового продукта.

Сырьем для производства низкобелкового картофельного пюре являются сухие картофельные хлопья (пюре) и крахмалы. Основным производителем картофельных хлопьев в Беларуси является ОАО «Машпищепрод». Технологический процесс производства картофельных хлопьев включает в себя операции очистки, нарезки, бланшировки, приготовления пюре картофельного, высушивания и разбивки листа пюре на картофельные хлопья, введение технологических добавок, фасовку и упаковку.

Для питания людей, страдающих фенилкетонурией, употребление картофельного пюре как приготовленного из традиционных картофельных хлопьев, так и из свежего картофеля необходимо строго ограничивать, так как в 100 г сухих картофельных хлопьев содержится от 5,5 г белка, а в пор-

ции картофельного пюре (200 г), приготовленного из таких картофельных хлопьев содержится 2 г белка (при соотношении восстановления продукта с водой 1:4,5). Для снижения количества белка в картофельном пюре для людей, страдающих фенилкетонурией, в состав продукта необходимо вносить крахмалы.

С этой целью в лабораторных условиях были проведены работы по исследованию влияния внесения крахмалов различных видов и модификаций на структурно-механические свойства готового продукта, его пищевую ценность. Составлено 10 лабораторных образцов картофельного пюре для проведения исследований, проведен сравнительный анализ органолептических свойств полученных лабораторных образцов с импортным аналогом (картофельное пюре Mevalia, Италия).

В рецептурные составы картофельного пюре вносили картофельный крахмал высшего сорта различных белорусских производителей, экструдированный картофельный крахмал, модифицированные картофельные крахмалы Lyskeby (Швеция), Ingredion (Германия).

Структурно-механические свойства импортного низкобелкового картофельного пюре Mevalia (контрольный образец) и лабораторных образцов картофельного пюре, подготовленных в соответствии с предварительно разработанными рецептурными составами проводили на реовискозиметре Reolab QC (рис. 2).

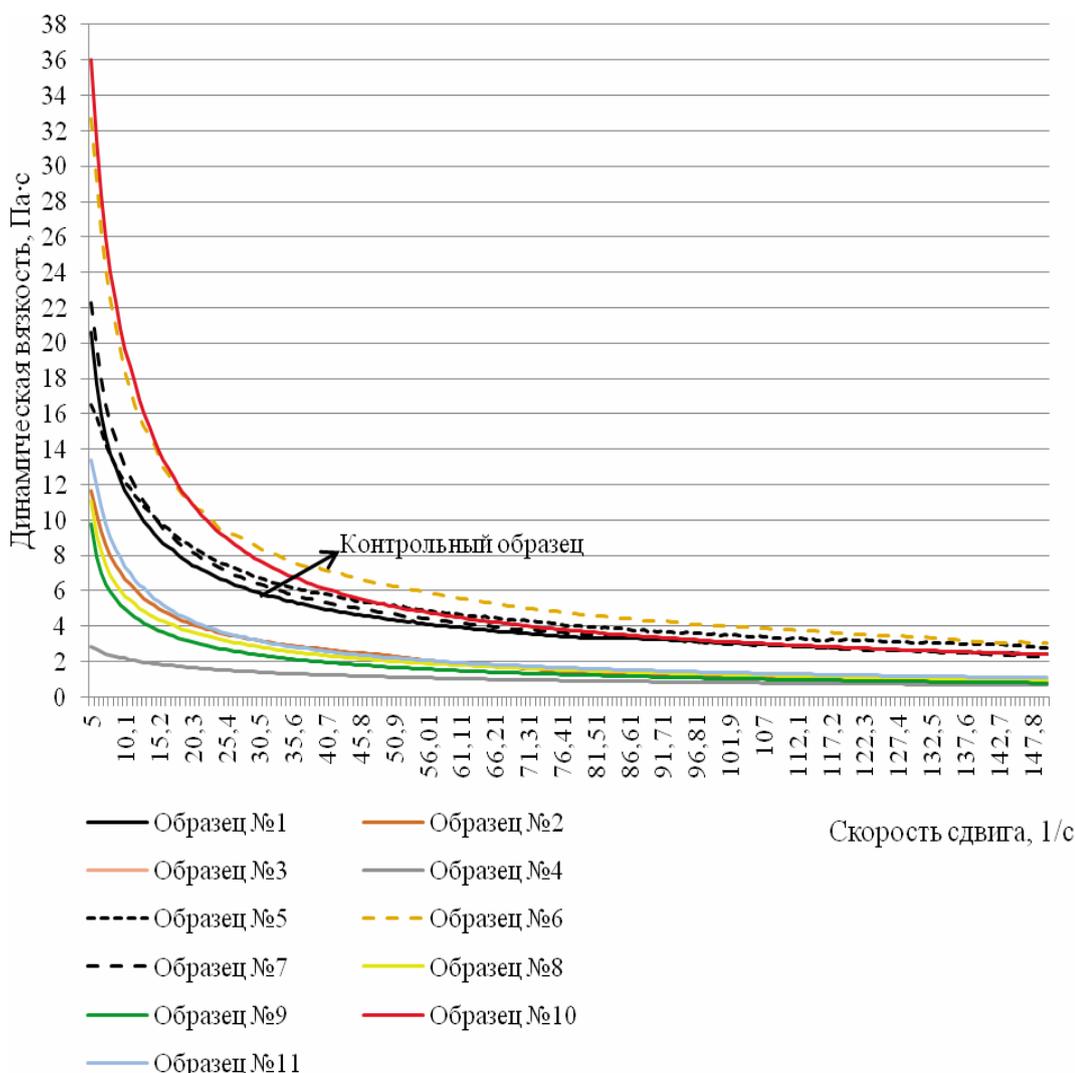


Рис. 2. Изменение динамической вязкости лабораторных образцов низкобелкового картофельного пюре в зависимости от скорости сдвига

Fig. 2. Change in dynamic viscosity of laboratory samples of low-protein mashed potatoes depending on the shear rate

Из графика, представленного на рис. 2 видно, что характер и значения изменения динамической вязкости образцов № 5, 7 близки контрольному образцу картофельного пюре Mevalia (образец №1). Лабораторный образец картофельного пюре №5, в состав которого входит экструдированный картофельный крахмал, полученный методом физической модификации, содержит 3,08 г белка в 100 г сухого продукта, восстановление сухого картофельного пюре в данном случае осуществляется при весовом соотношении картофельное пюре: вода — 1:3,0, значение динамической вязкости соответствует изменению динамической вязкости контрольного образца. Однако в готовой порции картофельного пюре массой 200 г содержится 1,54 г белка, что превышает допустимое значение для низкобелковых продуктов. При корректировке рецептурного состава продукта с целью уменьшения содержания белка до 1 г, происходит увеличение содержания крахмала в рецептуре на 30% и уменьшение содержания сухих картофельных хлопьев, при этом ухудшаются органолептические свойства картофельного пюре, приготовленный продукт обладает повышенной липкостью и вязкостью.

В образце №7 содержится до 50% модифицированного картофельного крахмала (оксипропилированного дикрахмалфосфата), весовые соотношения для восстановления сухого картофельного пюре составляют картофельное пюре : вода — 1:6, значения и характер изменения динамической вязкости лабораторных образцов картофельного пюре от скорости сдвига близки к контрольному образцу.

Для сравнительной оценки реологических свойств лабораторного образца картофельного пюре №7 проведен анализ предельного напряжения сдвига и адгезии. Результаты представлены на рис. 3 и 4.

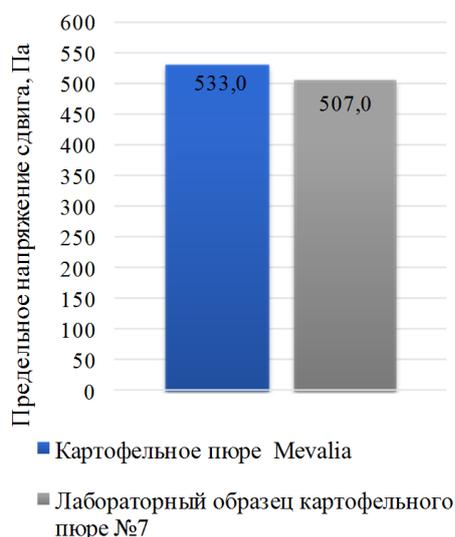


Рис. 3. Изменение предельного напряжения сдвига лабораторного образца картофельного пюре №7 и картофельного пюре Mevalia

Fig. 3. Change in the ultimate shear stress of a laboratory sample of mashed potatoes and Mevalia mashed potatoes

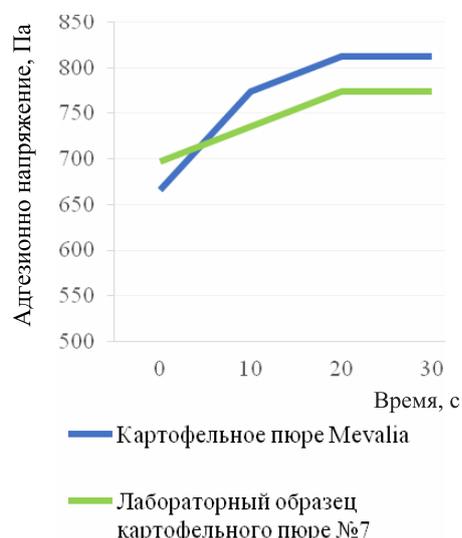


Рис. 4. Изменение адгезионного напряжения лабораторного образца картофельного пюре №7 и картофельного пюре Mevalia от продолжительности контакта

Fig. 4. Change in the adhesive stress of a laboratory sample of mashed potatoes and Mevalia mashed potatoes from the duration of contact

Как видно из рис. 4, адгезионное напряжение лабораторного образца картофельного пюре на 2,7 % ниже, чем контрольного образца картофельного пюре Mevalia. Величина предельного напряжения сдвига (рис. 3) лабораторного образца картофельного пюре на 5,2 % ниже, чем контрольного образца картофельного пюре Mevalia. Адгезионное напряжение (липкость) определяет поверхностные свойства продукта и проявляется на границе раздела между продуктом и твердой поверхностью, а также вызывает сцепление тел. Таким образом, силы сцепления или усилие межмолекулярного взаимодействия на поверхности раздела выше у контрольного образца картофельного пюре, липкость картофельного пюре Mevalia незначительно выше. Предельное напряжение сдвига (предел текучести) характеризует напряжение, при котором происходит пластическое течение материала. Расхождение величины адгезионного напряжения и предельного напряжения сдвига контрольного образца и лабораторного образца картофельного пюре находится в пределах 5%, поэтому можно утверждать, что по структурно-механическим свойствам изготовленный лабораторный образец картофельного пюре и картофельное пюре Mevalia имеют похожую структуру.

На основании проведенных исследований структурно-механических свойств образцов картофельного пюре и оценки их органолептических свойств разработана рецептура низкобелковой смеси для приготовления картофельного пюре с использованием модифицированного картофельного крахмала.

Лабораторные образцы картофельного пюре и клецек, изготовленных по разработанным рецептурам, были представлены 30 октября 2019 года на заседании Центральной дегустационной комиссии по пищевым концентратам отрасли, получили высокие балльные оценки (4,83 и 4,94 из пяти возможных), отмечены также хорошие органолептические качества и внешний вид продукции.

В порции (200 г) картофельного пюре содержится 1 г белка, содержание фенилаланина — 60 мг. В 100 г сухой смеси для приготовления низкобелкового картофельного пюре содержится 4,0 г белка и 245,0 мг фенилаланина.

Разработана технологическая инструкция на производство продуктов сухих картофельных низкобелковых, предназначенных для реализации в торговой сети и объектах общественного питания, рекомендованных для больных фенилкетонурией, а также для употребления всеми категориями населения. Продукт получен путем смешивания сухого картофельного пюре в виде хлопьев с крахмалом, солью, пищевыми добавками в определенных соотношениях для быстрого приготовления гарнирного пюре, вторых обеденных блюд, клецек и т.п.

Технологическая схема изготовления продуктов состоит из следующих основных операций: входной контроль поступающего сырья и материалов; подготовка сырья; дозирование и смешивание; фасование; упаковка и маркировка (рис. 5).

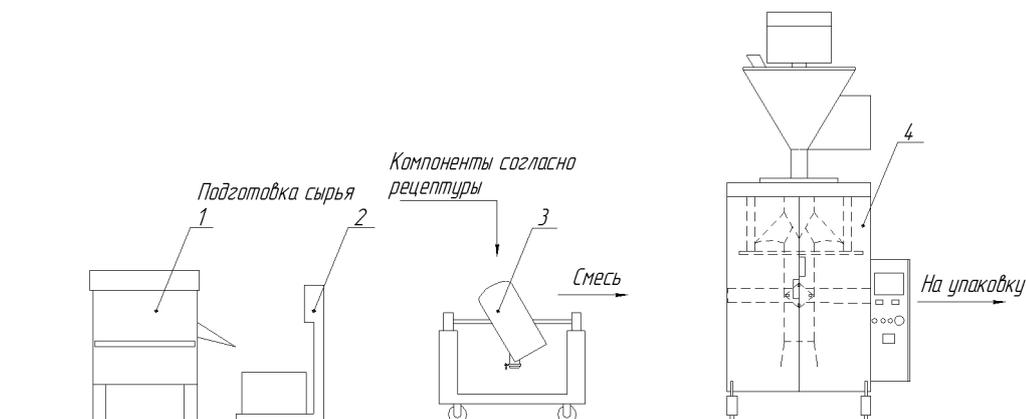


Рис. 5. Технологическая схема изготовления низкобелковых картофельных продуктов  
 Fig. 5. Technological scheme for the manufacture of low-protein potato products

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработаны технические условия «Продукты сухие картофельные низкобелковые» ТУ ВУ 190239501.950-2020 и 2 рецептуры «Пюре картофельное сухое низкобелковое», «Клецки картофельные низкобелковые».

В табл. 1 приведены значения пищевой и энергетической ценности разработанных низкобелковых картофельных продуктов.

Таблица 1. Пищевая и энергетическая ценность низкобелковых картофельных продуктов  
 Table 1. Nutritional and energy value of low-protein potato products

Наименование продукта	Белки, г	Фенилаланин, мг	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, кДж/ккал
Клецки картофельные низкобелковые	2,5	120	0,6	75	1340/320
Клецки картофельные низкобелковые восстановленные	1,0	48	0,25	30	540/130
Пюре картофельное сухое низкобелковое	4,0	245	0,5	85	1530/360
Пюре картофельное низкобелковое восстановленное	0,5	30	0,1	10	180/45

**Исследование эффективности продуктов низкобелковых картофельных продуктов с участием добровольцев.** Для оценки эффективности разработанных низкобелковых продуктов было проведено сравнительное исследование постпрандиального глюкозного ответа (уровень подъема глюкозы в крови в ответ на прием пищевого продукта) на прием клецек картофельных низкобелковых и пюре картофельного низкобелкового производства РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию», ТМ «Balviten» (Польша) и ТМ «Mevalia» (Италия). Поскольку основу продуктов низкобелковых составляет крахмал картофельный, являющийся медленным углеводом, изучение уровня подъема глюкозы у данной категории больных является актуальной задачей. Хроническая гипергликемия после приема пищи приводит к поражению стенки кишечника и является одним из факторов развития и поддержания воспалительного процесса в организме, что в свою очередь влечет развитие таких заболеваний как ожирение, диабет 2-типа и других.

В исследовании принимало участие 13 добровольцев: 11 женщин и 2 мужчины. Средний возраст женщин составил —  $36,63 \pm 1,28$  года, мужчин —  $41,00 \pm 1,00$  год. Перед включением в исследование всеми добровольцами было подписано информированное согласие на участие.

Для исследования были взяты следующие пищевые продукты (схема приема продуктов питания приведена в табл. 2):

- ♦ смесь для клецек картофельных низкобелковая, разработанная РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»;
- ♦ смесь для клецек низкобелковая («Balviten», Польша);
- ♦ пюре картофельное сухое низкобелковое, разработанное РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»;
- ♦ пюре картофельное низкобелковое («Mevalia», Италия).

Таблица 2. Схема приема продуктов питания

Table 1. Food intake scheme

День	Схема исследования*	Вес, г
1	Глюкоза	50
2	Смесь для клецек картофельных низкобелковая (РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»)	80
3	Смесь для клецек низкобелковая («Balviten», Польша)	66
4	Пюре картофельное сухое низкобелковое (РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»)	60
5	Пюре картофельное низкобелковое («Mevalia», Италия)	60

В первый день испытуемые принимали 50 г глюкозы. Вес других продуктов рассчитывался исходя из эквивалентного содержания в них углеводов (табл. 2). Продукты принимались натощак, заменяя завтрак. Перерыв между приемом исследуемых продуктов и последующим приемом пищи составлял не менее 2 часов.

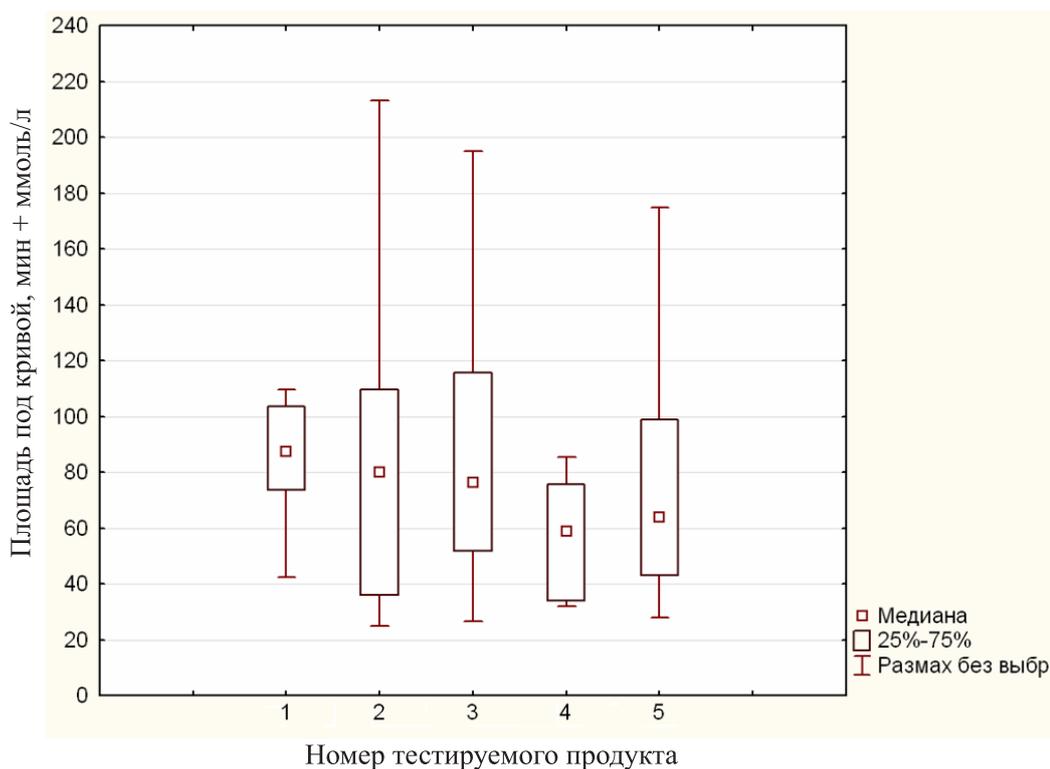
Длительность исследования составила 5 суток. Для измерения постпрандиального ответа использовалась система iPro2 для непрерывного мониторинга уровня глюкозы (CGM) производства компании Medtronic, США. Для калибровки данных сенсора добровольцами проводилось измерение уровня глюкозы крови глюкометром ACCU-CHEK ACTIVE, производства компании «Рош» (Швейцария).

Аналізу подверглись показатели глюкозы крови на протяжении 2 часов от момента начала употребления тестируемого продукта питания с определением площади под кривой AUC.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием компьютерной программы «Statistica» (V.10.0). Анализ различий между анализируемыми группами методом непараметрической статистики с использованием U-критерия Вилкоксона-Манна-Уитни. Достоверными признавались показатели при  $p < 0,05$ .

Сравнительный анализ применения в пищу низкобелковых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук по продовольствию» (смеси для приготовления картофельных пюре и клецек) и низкобелковых продуктов зарубежного производства показал отсутствие значимых различий в подъеме уровня глюкозы (площадь под кривой) у здоровых добровольцев. Это касается сравнительного анализа при употреблении как клецек картофельных низкобелковых ( $p = 0,694887$ ), так и пюре картофельного низкобелкового ( $p = 0,116665$ ).

Данные результаты исследований свидетельствуют о том, что продукты, разработанные РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию», не уступают по качеству зарубежным аналогам как по качеству используемого сырья, так и по оказываемому действию на организм человека и могут быть использованы для питания детей, больных фенилкетонурией.



1 — глюкоза, 2 — клецки РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию», 3 — клецки ТМ «Balviten» (Польша), 4 — пюре РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию», 5 — пюре ТМ «Mevalia» (Италия).

Рис. 5. Сравнительный анализ постпрандиального глюкозного ответа на прием тестируемых продуктов  
Fig. 5. Comparative analysis of postprandial glucose response to test foods

В настоящее время к реализации в торговой сети подготовлены клецки картофельные низкобелковые, пюре картофельное сухое низкобелковое (рис. 6).



Рис. 6. Упаковка продуктов для реализации в торговой сети  
Fig. 6. Packaging products for sale in the retail network

**Заключение.** На основании изучения пищевой ценности, состава, способов приготовления низкобелковых картофельных продуктов, представленных на рынке, исследования структурно-механических свойств как основных компонентов, входящих в состав, так и лабораторных образцов про-

дуктов, разработана технология, нормативно-техническая и технологическая документация на производство продуктов сухих картофельных низкобелковых (пюре и клецки картофельные сухие). Разработанные продукты содержат не более 1 г белка в порции 100 г восстановленных (приготовленных) клецок и пюре. В сухом продукте содержится 2,5–4 г белка в 100 г продукта. В составе продуктов содержится до 50% картофельных хлопьев и до 50% картофельных крахмалов (в зависимости от вида продукта). Разработанные продукты не уступают по качеству аналогичным импортным низкобелковым картофельным продуктам, расширяют ассортимент продукции на рынке Беларуси.

### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович* — заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

*Шилов Валерий Викентьевич* — кандидат биологических наук, начальник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by

*Белякова Наталья Иосифовна* — кандидат медицинских наук, ведущий специалист отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by

*Садовская Анна Викторовна* — старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sadoyskaya@gmail.com

*Усень Юлия Сергеевна* — кандидат технических наук, старший научный сотрудник — заместитель начальника отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: yulia1484@mail.ru

*Артюх Юлия Анатольевна* — председатель Белорусского республиканского общественного объединения помощи детям больным фенилкетонурией «Будущее без границ» (223056, Минская область, Минский район, Сеницкий сельсовет, юго-восточнее д. Копиевичи, здание ПК ООО «КАМКОС», офис 4). E-mail: pku.org@tut.by

*Шемшелева Анна Михайловна* — член Белорусского республиканского общественного объединения помощи детям больным фенилкетонурией «Будущее без границ» (223056, Минская область, Минский район, Сеницкий сельсовет, юго-восточнее д. Копиевичи, здание ПК ООО «КАМКОС», офис 4). E-mail: pku.org@tut.by

### Information about authors

*Lovkis Zenon V.* — Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, General Director of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com.

*Shylau Valery V.* — Ph.D. (biological), Head of the Nutrition Department of the Scientific-practical center for foodstuffs of the National academy of sciences of Belarus, RUE (Kozlova st. 29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: otpit@tut.by

*Belkova Natallia I.* — Ph.D. (medicine), Leading Specialist of the Nutrition Department of the Scientific-practical center for foodstuffs of the National academy of sciences of Belarus, RUE (Kozlova st. 29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: otpit@tut.by

*Sadouskaya Anna V.* — Ph.D. (Technical), senior researcher of the department of the technology of tuberous root products of Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, RUE (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sadoyskaya@gmail.com

*Usenia Yulia S.* — Ph.D. (Technical), senior researcher — Deputy Head of the Department of Technology of tuberous root products of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food, RUE (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yulia1484@mail.ru

*Artsiukh Yulia A.* — Head of the Belarusian Republican Public Association «Future without borders» for children with PKU (Minsk region, Minsk district, Senitsky village council, southeast of the village of Kopievichi, building of PK KAMKOS LLC, office 4, 223056, Republic of Belarus). E-mail: pku.org@tut.by

*Shemshelava Hanna M.* — Member of the Belarusian Republican Public Association «Future without borders» for children with PKU (Minsk region, Minsk district, Senitsky village council, southeast of the village of Kopievichi, building of PK KAMKOS LLC, office 4, 223056, Republic of Belarus). E-mail: pku.org@tut.by