

УДК 664.143

[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-98-104](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-98-104)

Поступила в редакцию 12.08.2021

Received 12.08.2021

А. И. Григель

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОБЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Аннотация. Фенилкетонурия является наследственным заболеванием, связанным с нарушением метаболизма аминокислот, в частности фенилаланина. Оно сопровождается накоплением фенилаланина и его токсических продуктов в тканях, что приводит к тяжелому поражению центральной нервной системы, проявляющемуся, в частности, в нарушении умственного развития. Важной составляющей жизнеобеспечения таких пациентов является соблюдение низкобелковой диеты. В статье описаны особенности технологий изготовления низкобелковых продуктов, в том числе таких как низкобелковые макаронные изделия и крупы, низкобелковые сухие смеси, мелкоштучные хлебобулочные изделия. Описан технологический процесс и оборудование для производства низкобелковой продукции, а также приведена характеристика выпускаемого ассортимента продуктов.

Ключевые слова: фенилкетонурия, низкобелковые продукты, этап, процесс, технология, смесь, макаронные изделия, крупа, белок.

A. I. Grigel

*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus*

FEATURES OF THE PRODUCTION TECHNOLOGY LOW-PROTEIN FOODS

Abstract. Phenylketonuria is a hereditary disease associated with a violation of the metabolism of amino acids, in particular phenylalanine. It is accompanied by the accumulation of phenylalanine and its toxic products in the tissues, which leads to severe damage to the central nervous system, manifested, in particular, in a violation of mental development. An important component of the life support of such patients is the observance of a low-protein diet. The article describes the features of manufacturing technologies for low-protein products, including such as low-protein pasta and cereals, low-protein dry mixes, small-piece bakery products. The technological process and equipment for the production of low-protein products are described, as well as the characteristics of the intake range of products are given.

Key words: phenylketonuria, low-protein products, stage, process, technology, mixture, pasta, cereals, protein.

Для хорошего самочувствия и нормального функционирования организма человек должен полноценно и разнообразно питаться. Очень важно, чтобы его пища содержала оптимальное количество белков, жиров и углеводов, а также витаминов и микроэлементов. как недостаток, так и избыток какого-либо компонента, в том числе, белков, может принести вред организму и вызвать заболевание.

Фенилкетонурия (далее — ФКУ) — это редкое генетическое заболевание, при котором нарушается обмен белка (аминокислоты фенилаланин). У здорового человека, попадая в организм с пищей, белок распадается на отдельные аминокислоты. У людей же страдающих ФКУ он не перерабатывается, а накапливается в крови и оказывает токсическое действие на весь организм. Последствия могут быть необратимыми.

Почти 98% всех продуктов, которые употребляют обычные люди, для больных ФКУ являются ядом. Их рацион достаточно скудный, в основном им разрешается употреблять в пищу 5 видов овощей, исключая бобовые, и пить аминокислотные смеси. Запрещены к употреблению молочные продукты, мясо, макароны, крупы, хлеб, рыба, яйца.

Немного разнообразить свое меню люди с ФКУ могут специальными низкобелковыми продуктами. Сейчас на полках магазинов можно найти низкобелковую муку, макароны, особые рис и манку, печенья, вегетарианский сыр. Правда, цены на эти продукты высокие. Пакет макарон в 250 граммов,

к примеру, стоит около 8 белорусских рублей, а муки в 700 граммов — от 7 до 11 белорусских рублей. Многие специально ездят за продуктами в Польшу, объясняя свой выбор тем, что там ассортимент низкобелковых товаров разнообразнее.

Низкобелковые продукты — это важная составляющая жизнеобеспечения пациентов с фенилкетонурией.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» разработаны технология и ассортимент специализированных пищевых продуктов со сниженным содержанием белка и фенилаланина. По результатам проведенных научных исследований разработаны рецептуры для изготовления каш быстрого приготовления, макаронных изделий, смесей для выпечки кексов и печенья, смесей для картофельного пюре и клецек, гречневой и кукурузной круп.

Выпуск низкобелковой продукции налажен на базе опытного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», где создан цех по производству продуктов для детского питания, оснащенный тремя технологическими линиями по производству низкобелковых продуктов питания:

- ♦ низкобелковых макаронных изделий и круп;
- ♦ низкобелковых смесей;
- ♦ мелкоштучных хлебобулочных изделий.

Новое производство позволит обеспечить потребность в продуктах данной группы населения нашей страны.

В технологическую линию по производству макаронных изделий и круп (рис. 1) входит следующее оборудование:

- ♦ смеситель для приготовления сухой смеси исходных компонентов СПБ-50;
- ♦ мукопросеиватель МП-03;
- ♦ макаронный пресс-автомат М-100;
- ♦ сушилка С-109;
- ♦ стол охлаждения СТ-01.

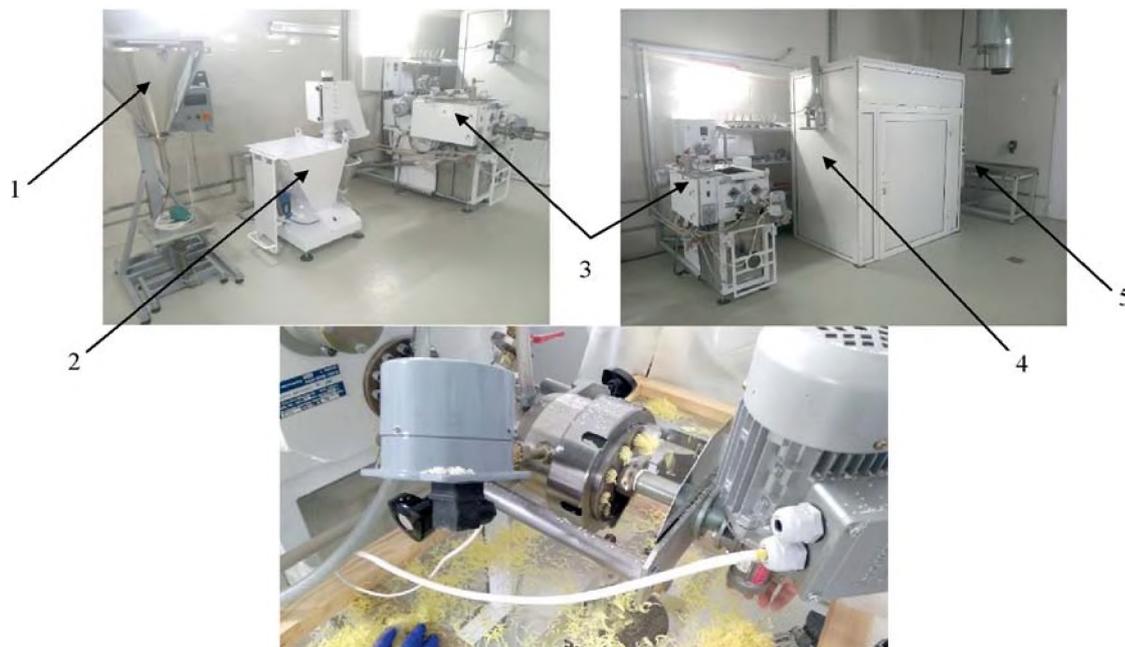


Рис. 1. Линия по производству низкобелковых макаронных изделий:

- 1 — дозатор весовой электронный со шнековым питателем; 2 — мукопросеиватель;
3 — макаронный пресс; 4 — сушильный шкаф; 5 — стол охлаждения

Fig. 1. Low-protein pasta production line:

- 1 — electronic weighing dispenser with screw feeder; 2 — flour sifter;
3 — pasta press; 4 — drying cabinet; 5 — cooling table

По сравнению с традиционными макаронными изделиями из пшеничной муки содержание белка в выпускаемых макаронных изделиях меньше на 96,2%, а фенилаланина на 95,8%. В порции сваренных изделий (100 г) расчетное содержание белка составляет 0,2 г, фенилаланина — 10,5 мг.

В составе разработанных макаронных изделий не содержится пшеница, рожь, ячмень, овес и компоненты, полученные их скрещиванием, а уровень глютена не превышает 20 мг/кг. Такие макаронные изделия можно рекомендовать людям, страдающим целиакией.

Если для производства традиционных макаронных изделий основным технологическим сырьем выступает мука и вода, то основным сырьем для производства низкобелковых макаронных изделий является кукурузный крахмал, не содержащий белка. Для обеспечения необходимых технологических свойства макаронного теста и улучшения эластичности теста дополнительно использовались различные пищевые добавки, в том числе карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), камеди, моно- и диглицериды жирных кислот.

Технологический процесс изготовления низкобелковых макаронных изделий и круп основан на традиционной схеме производства макаронных изделий. Производство низкобелковых макаронных изделий осуществляется по следующей технологической схеме:

приготовление смеси → просеивание смеси → смешивание компонентов → прессование теста → разделка макаронных изделий → сушка макаронных изделий → охлаждение высушенных макаронных изделий → отбраковка макаронных изделий → упаковка готовых макаронных изделий.

Замес и прессование макаронного теста осуществляли на пресс-автомате для макаронных изделий с вакуумированием, установленном на опытном производстве. Изделия изготавливали в виде вермишели, лапши, рожков и спирали. Все компоненты согласно рецептурной закладке смешивали в течение 4–5 минут до достижения равномерного распределения ингредиентов. В макаронный пресс дозировалась подготовленная смесь, равномерно подавалась вода температурой до 50 °С в количестве, обеспечивающем влажность теста до 40%, и осуществлялось их перемешивание в бункере макаронного пресса в течение определенного времени до достижения равномерной влажности теста. Далее макаронное тесто формовалось через шнековую камеру макаронного пресса с созданием вакуума (разряжения) в бункере пресса для деаэрации теста на стадии замеса, оптимальная температура теста при выпрессовывании составляла 40–55 °С, макаронные изделия необходимой длины нарезами с помощью режущего механизма, обдували воздухом, раскладывали равномерным слоем на лотки для сушки и сушили при температуре 40–70 °С до влажности не более 13,5–14,5%, охлаждали до комнатной температуры и влажности не более 13% и упаковывали. Образцы полученных макаронных изделий представлены на рис 2.



Рис. 2. Виды низкобелковых макаронных изделий: а — вермишель мелкая; б — рожки большие; в — рожки мелкие; г — вермишель большая; д — спиральки; е — лапша

Fig. 2. Types of low-protein pasta: small vermicelli; large horns; small horns; large vermicelli; spirals; noodles

Процесс изготовления низкобелковых круп (кукурузной, гречневой) аналогичен процессу производства низкобелковых макаронных изделий. Особенность процесса изготовления круп заключается в разделке полуфабриката, так как размер крупы колеблется от 2 до 6 мм. На рис. 3 представлена готовая продукция круп (кукурузной и гречневой).

В линию по производству сухих смесей (рис. 4) входит следующее оборудование:

- ♦ дозатор сыпучих продуктов ШД-20-В;
- ♦ смеситель сыпучих продуктов СПБ-50;
- ♦ дозировочно-фасовочный автомат для упаковки пылящих продуктов (машина ТФ 2-ПИТ-ПАК-00).

Выпускаемые на данном комплекте оборудования новые продукты представляют собой продукты специализированного назначения, рекомендованные для питания людей, страдающих фенилкетонурией и целиакией (рис. 4).



Рис. 3. Виды низкобелковой крупы: а — кукурузная; б — гречневая
Fig. 3. Types of low-protein cereals: a — corn; b — buckwheat



Рис. 4. Линия по производству сухих смесей:
1 — дозатор весовой электронный со шнековым питателем; 2 — смеситель для приготовления сухой смеси исходных компонентов; 3 — дозировочно-фасовочный автомат
Fig. 4. Dry mix production line: 1 — electronic weighing dispenser with screw feeder; 2 — mixer for preparing a dry mixture of the initial components; 3 — dosing and filling machine

Специализированные пищевые продукты со сниженным содержанием фенилаланина содержат до 1 г белка в 100 г продукта или до 1 г белка в одной порции продукта и разработаны с учетом физиологических потребностей людей, страдающих фенилкетонурией и целиакией.

Сырье для продуктов: крахмалы различных видов, пищевые волокна, пектин, лецитин, гречневая, кукурузная, рисовая мука, сушеное яблоко, виноград, абрикос, сливы.

Процесс производства сухих низкобелковых смесей включает следующие технологические этапы: приготовление смеси; фасовка и упаковка смеси.

Процесс приготовления смеси состоит из следующих технологических операций: дозирование необходимых ингредиентов согласно рецептуре и их смешивание. Смешивание дозируемых ингредиентов осуществляется в смесителе периодического действия типа «пьяная бочка». Процесс фасовки и упаковки смеси включает в себя дозирование готовой смеси в упаковочную тару с последующей

ее укупоркой. Дозирование готовой смеси в упаковочную тару осуществляется шнековым питателем дозирочно-фасовочного автомата.



Рис. 4. Смеси сухие низкобелковые: а — смесь сухая «Клецки картофельные низкобелковые»; б — смесь сухая «Пюре картофельное сухое низкобелковое»; в — смесь сухая низкобелковая «Кекс "Ароматный"»; г — смесь сухая низкобелковая «Печенье "Особое"»

Fig. 4. Low-protein dry mixes: dry mixture «Low-protein potato dumplings»; dry mixture «Mashed potato dry low-protein»; dry low-protein mixture «Cupcake "Fragrant"»; mixture of dry low-protein «Cookies "Special"»

В линию для выпечки мелкоштучных изделий (рис. 5) входит следующее оборудование: мукопросеиватель ПВГ-600М; тестомесильная машина Прима-40; тестоделитель Danler DZ-36; тестоокруглител ь Восход ТО-8 Скаут; расстойный шкаф Бриз-1,5; печь электрическая Фотон 1,5-0,1.

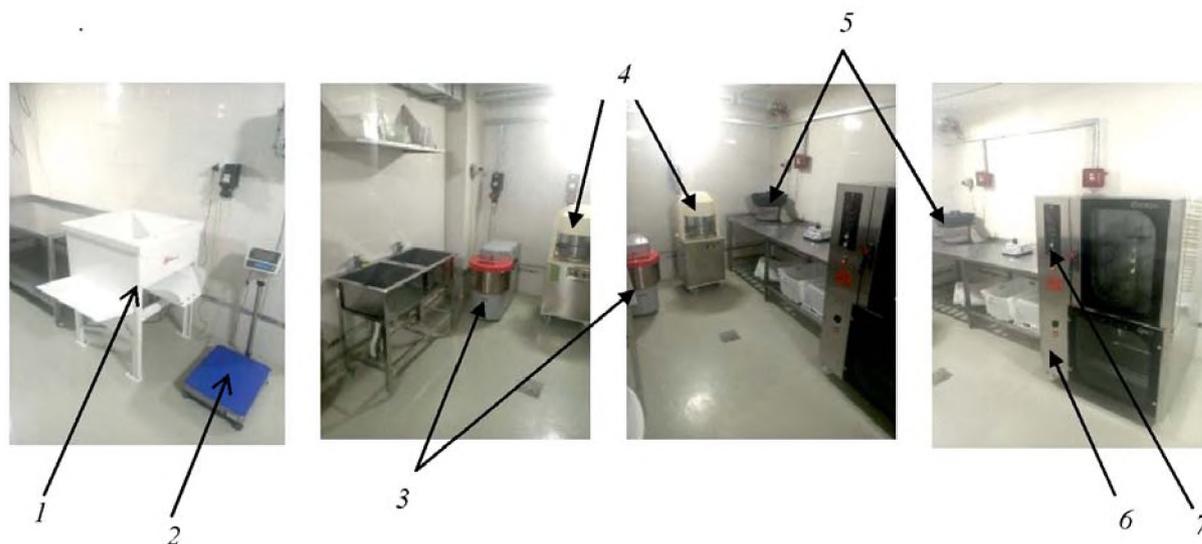


Рис. 5. Линия для выпечки мелкоштучных хлебобулочных изделий:

- 1 — мукопросеиватель; 2 — весы электронные напольные; 3 — тестомесильная машина;
- 4 — тестоделитель; 5 — тестоокруглител ь; 6 — расстойный шкаф; 7 — печь электрическая

Fig. 5. Line for baking small-piece bakery products:

- 1 — flour sifter; 2 — lectronic floor scales; 3 — kneading machine; 4 — dough divider; 5 — dough rounder;
- 6 — proofing cabinet; 7 — electric oven

Для выпечки мелкоштучных изделий из производимых сухих смесей для больных фенилкетонурией в цеху детского питания организована минипекарня.

Согласно технологии производства подготовленное сырье поступает на линию замеса, формовки и выпечки изделий.

Перед приготовлением теста, смесь либо необходимые ингредиенты согласно рецептуры просеиваются на мукопросеивателе с целью удаления всех посторонних примесей. Затем подготовленные ингредиенты отправляются на стадию замеса теста. Замес теста осуществляется в тестомесильной машине периодического действия. Разовая загрузка муки в тестомесильное оборудование составляет 3,0 кг.

Следующим этапом после замеса теста является разделка теста. Разделка теста включает следующие технологические операции: деление теста на куски, округление кусков теста, предварительная расстойка тестовых заготовок, их формование и окончательная расстойка.

Деление теста на куски осуществляется с целью получения тестовых заготовок заданной массы и производится механическим способом с помощью тестоделителя путем деления теста на части, в нашем случае на 36 частей. С целью придания шарообразной формы тестовые заготовки отправляются на стадию округления теста. После округления тестовые заготовки направляются на технологический процесс называемый расстойкой. Для расстойки полуфабриката предусмотрен расстойный шкаф.

Выпечка расстойшихся изделий производится в конвекционной печи. После окончания выпечки изделия вынимаются из печи и остывают на листах тележки технологической. Остывшие изделия направляются на временное хранение перед погрузкой в автотранспорт. Хранение осуществляется на стеллажах из нержавеющей стали.

Заключение. В результате проделанной научно-исследовательской работы созданы технологии производства специализированных низкобелковых продуктов, в том числе макаронных изделий, каш быстрого приготовления, смесей для выпечки кексов и печенья, гречневой и кукурузной круп, разработана нормативно-техническая и технологическая документация на их производство. Выше-названные изделия содержат не более 1% белка и предназначены для реализации в торговой сети и в объектах общественного питания для людей больных фенилкетонурией, а также для употребления всеми категориями населения в качестве обычных изделий. Проведена оценка опытных образцов макаронных изделий по органолептическим, физико-химическим показателям и сравнение с импортными низкобелковыми изделиями. Установлено, что по пищевой ценности разработанные макаронные изделия не уступают аналогичным изделиям импортного производства.

Список использованных источников

1. Разработка низкобелковых макаронных изделий для питания людей с нарушением обмена фенилаланина / З.В. Ловкис [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2020. — Т. 13, № 3 (49). — С. 6-11.
2. Какие продукты низкобелковые [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kakprosto.ru/kak-885868-kakie-produkty-nizkobelkovye>. - Дата доступа: 05.05.2021.
3. Ловкис, З.В. Вклад науки в развитие основных отраслей пищевой промышленности в 2016–2020 годах / З.В. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14, № 1 (51). — С. 6-15.
4. Массовое производство продукции для людей, больных фенилкетонурией, начинается в октябре в Марьиной Горке [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/ru/sobytiya/massovoe-proizvodstvo-produktsii-dlya-lyudey-bolnykh-fenilketonuriei-nachinaetsya-15-sentyabrya-v-ma/>. — Дата доступа: 05.05.2021.
5. Шилов, В.В. Разработка компонентного состава аминокислотных смесей для питания больных фенилкетонурией / В.В. Шилов, А.А. Журня // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14, № 1 (51). — С. 31-42.
6. Есть, чтобы жить: в Беларуси запускают массовое производство продукции для людей с фенилкетонурией [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://1prof.by/news/v-strane/est-chtoby-zhit-v-belarusi-zapuskajut-massovoe-proizvodstvo-produkcii-dlya-ljudej-s-fenilketonuriej/>. — Дата доступа: 05.05.2021.
7. Ловкис, З.В. Прессование и сушка макаронных изделий / З.В. Ловкис, А.И. Григель // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14, № 1 (51). — С. 43-49.

References

1. Lovkis Z. V., Sadouskaya A. V., Usenia Y. S., Filatova L. V. Development of low-protein pasta for nutrition of people with impaired phenylalanine metabolism. *Food industry: science and technology*, 2020, no. 3 (49), pp. 6-11 (in Russian).
2. Kakiye produkty nizkobelkovyye [What products are low-protein]. Access mode: <https://www.kakprosto.ru/kak-885868-kakie-produkty-nizkobelkovye>. (accessed 05 May 2021).

3. Lovkis Z.V. Vklad nauki v razvitiye osnovnykh otrasley pishchevoy promyshlennosti v 2016-2020 godakh. [The contribution of science to the development of the main branches of the food industry in 2016-2020] Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technology], 2021, no. 1 (51), pp. 6-15 (in Russian).
4. Massovoye proizvodstvo produktsii dlya lyudey, bol'nykh fenilketonuriyey, nachinayetsya v oktyabre v Mar'inoy Gorke [Mass production of products for people with phenylketonuria begins in October in Maryina Gorka]. Access mode: <http://minzdrav.gov.by/ru/sobytiya/massovoe-proizvodstvo-produktsii-dlya-lyudey-bolnykh-fenilketonuriei-nachinaetsya-15-sentyabrya-v-ma/>. (accessed 05 May 2021).
5. Shilov V.V., Zhurnya A.A. Razrabotka komponentnogo sostava aminokislotnykh smesey dlya pitaniya bol'nykh fenilketonuriyey [Development of the component composition of amino acid mixtures for nutrition of patients with phenylketonuria]. Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technology], 2021, no. 1 (51), pp. 31-42 (in Russian).
6. Yest', chtoby zhit': v Belarusi zapuskayut massovoye proizvodstvo produktsii dlya lyudey s fenilketonuriyey [Eat to live: mass production of products for people with phenylketonuria is launched in Belarus]. Access mode: <https://1prof.by/news/v-strane/est-chtoby-zhit-v-belarusi-zapuskajut-massovoe-proizvodstvo-produkcii-dlya-ljudej-s-fenilketonuriej/>. (accessed 05 May 2021).
7. Lovkis Z.V., Grigel A.I. Pressovaniye i sushka makaronnykh izdeliy [Pressing and drying of pasta]. Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technology], 2021, no. 1 (51), pp. 43-49 (in Russian).

Информация об авторах

Григель Алексей Иосифович — ведущий инженер-механик опытного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: alex_10.92@mail.ru

Information about the authors

Grigel Alexey Iosifovich — leading mechanical engineer of the pilot production of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova str., 29). E-mail: alex_10.92@mail.ru