

УДК 664.68
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-4(54)-12-16

Поступила в редакцию 12.10.2021
Received 12.10.2021

Е. М. Моргунова, Ю. А. Сорокина

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

РАЗРАБОТКА НИЗКОБЕЛКОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ВЫПЕЧКИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В последние годы во всем мире особое внимание уделяется созданию специализированных и лечебных продуктов питания, которые играют важную роль в предотвращении возникновения различных заболеваний и укреплении здоровья [1]. В статье представлены данные по разработке технологии производства низкобелковых смесей для выпечки кексов и печенья для питания детей больных фенилкетонурией, приведены результаты оценки разработанных продуктов по органолептическим, физико-химическим показателям. Содержание белка, фенилаланина и глютена в опытных образцах смесей для выпечки, изготовленных по разработанной технологии, позволяет рекомендовать их для употребления не только больным фенилкетонурией, но и больным целиакией, людям с почечной недостаточностью.

Ключевые слова: специализированные пищевые продукты, целиакия, фенилкетонурия, почечная недостаточность, низкобелковые смеси, мучные кондитерские изделия, белок, глютен, фенилаланин.

E. M. Morgunova, Y. A. Sorokina

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

DEVELOPMENT OF LOW-PROTEIN MIXTURES FOR BAKING FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS FOR SPECIALIZED PURPOSES

Abstract. In recent years, all over the world, special attention has been paid to the creation of specialized and medicinal food products, which play an important role in preventing the occurrence of various diseases and promoting health. The article presents data on the development of technology for the production of low-protein mixtures for baking (cake, cookies) for feeding children with phenylketonuria; the results of evaluating the developed low-protein mixtures for baking by organoleptic, physicochemical indicators are presented. The content of protein, phenylalanine and gluten in the experimental samples of baking mixes made according to the developed technology allows us to recommend them for use not only for patients with phenylketonuria, but also for patients with celiac disease, people with renal insufficiency.

Keywords: specialty foods, celiac disease, phenylketonuria, kidney failure, low-protein mixtures, flour confectionery, protein, gluten, phenylalanine.

Введение. Правильно организованное питание с включением специализированных и лечебных продуктов способствует благоприятному течению болезни, повышению защитных свойств организма, активизирует течение анаболических процессов, что приводит к восстановлению здоровья. При некоторых заболеваниях применение рационов с включением специализированных и лечебных продуктов является единственным методом, позволяющим предупреждать развитие тяжелых последствий болезни. К числу таких заболеваний относятся целиакия и фенилкетонурия [2, 3].

Редкое заболевание фенилкетонурия — одна из форм наследственных дефектов обмена аминокислот, из-за которой аминокислота фенилаланин (далее ФА), поступающая в организм с пищевым белком, не может превращаться в тирозин, как это бывает в норме. В результате фенилаланин и его производные с самого рождения накапливаются в тканях и органах малыша, оказывая токсическое воздействие на нервную систему и являясь причиной умственной отсталости у детей. Таким детям необходима низкобелковая диета [4–6].

Фенилаланин — незаменимая аминокислота, поэтому важно определить его минимально допустимое суточное содержание в рационе больного ребенка. Высокий уровень ФА в крови вредно отра-

жается на развитии мозга, в то время как недостаточное его содержание может стать причиной отрицательного азотистого баланса. До сих пор не установлена пограничная концентрация ФА в крови, при которой наступает повреждение мозга, поэтому необходимо у каждого ребенка определять индивидуальную толерантность к ФА [7, 8].

В настоящее время в Республике Беларусь фенилкетонурия встречается в среднем с частотой 1:5578 новорожденных. В год выявляется примерно 15–20 новорожденных с такой патологией. Согласно данным научно-методического учреждения «Национальный институт образования» Министерства образования Республики Беларусь, всего в республике зарегистрировано 306 детей с фенилкетонурией в возрасте от 0 до 18 лет. Из них учреждения дошкольного и общего среднего образования посещают 113 человек [9, 10].

Результаты исследований и их обсуждение. Были предложены схемы проектирования безбелковых и безглютеновых продуктов с определенным химическим составом с учетом принципов пищевой комбинаторики (рис. 1) [11].

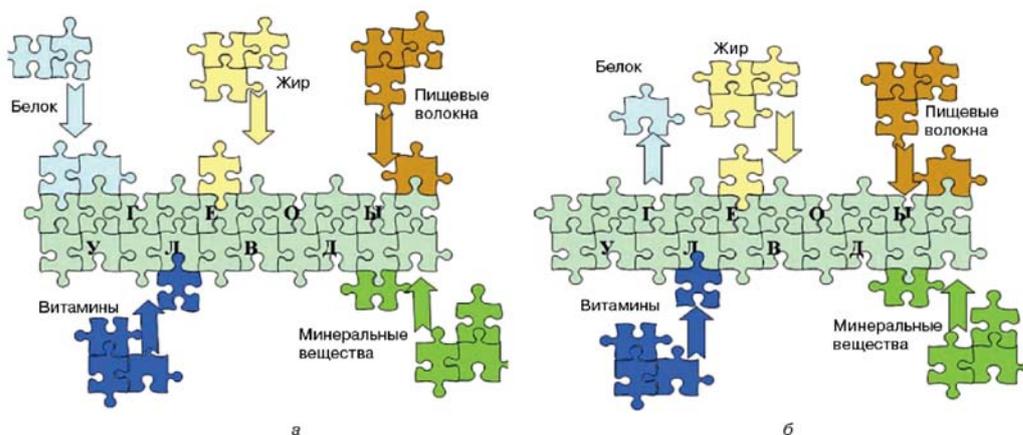


Рис. 1. Формирование химического состава пищевого продукта:
а — безглютенового; б — безбелкового

Fig. 1. Formation of the chemical composition of a food product:
a — gluten-free; b — protein-free

Источник: разработано авторами на основе данных [11]

На территории Беларуси рынок низкобелковых (безглютеновых) продуктов до сих пор является свободным, поэтому ассортимент мучных изделий рассматриваемого назначения представлен в основном изделиями импортного производства с завышенной ценой. В связи с этим возникает необходимость разнообразия ассортимента и обеспечения больных людей качественными и доступными продуктами отечественного производства.

Существует множество причин, объясняющих и маленький ассортимент, и сложности приобретения, и высокую стоимость таких продуктов. Прежде всего, то, что количество людей, использующих в диете низкобелковые продукты, по отношению ко всему населению — очень небольшое. Соответственно, и очень маленькие объемы производства.

При проведении исследований изготовления образцов низкобелковых смесей для выпечки использовалось следующее сырье: кукурузный крахмал, сахар-песок, клетчатка пшеничная, картофельное пюре, питьевая вода, соль, яйцо, яичный порошок, пектин цитрусовый, лимонная кислота, пищевая сода, лецитин растительный сухой, ванилин, масло растительное.

На основании анализа химического состава импортных образцов смесей для выпечки кексов, были составлены рецептурные составы с использованием основных компонентов, приведенных выше, и способов приготовления кексов с целью исследования совместного влияния компонентов на показатели качества теста и готовых изделий (табл. 1).

В сухих смесях кексов использовали пшеничную клетчатку двух видов: пшеничный декстрин Nutriose FB06 (Roquette, France), полученный из пшеничного крахмала, частично гидролизованного нагреванием в присутствии кислоты с содержанием волокон 82–88% и пшеничную клетчатку Витацель WF 200R (Германия). Проведенные исследования содержания белка и фенилаланина в пшеничном декстрине Nutriose FB06 показали, что массовая доля белка составила менее 0,06%, фенилаланина — менее 10 мг в 100 г продукта, поэтому клетчатку Nutriose FB06 можно рассматривать в качестве компонента в составе смесей для выпечки.

Таблица 1. Рецептурные составы смесей для выпечки кекса
Table 1. Recipes for cake mixes

№ п/п	Крахмал, %	Сахар, %	Клетчатка пшеничная, %	Сухое картофельное пюре, %	Яичный порошок, %	Желток, шт.
1	68,15	20	10,0 Nutriose FB06	-	-	2
2	58,15	20	20,0 Nutriose FB06	-	-	2
3	58,15	20	10,0 Nutriose FB06	20	-	2
4	48,15	20	20,0 Витацель WF 200R	10	-	2
5	48,15	20	20,0 Витацель WF 200R	10	-	2
6	57,25	20	10,0 Витацель WF 200R	10	-	2
7	57,25	20	10,0 Nutriose FB06	10	-	2
8	57,25	20	10,0 Nutriose FB06	10	-	2
9	54,25	20	10,0 Nutriose FB06	13	-	2
10	59,25	20	5,0 Витацель WF 200R	10	-	2
11	51,25	20	10,0 Nutriose FB06	10	6	-
12	57,25	20	10,0 Витацель WF 200R	10	5	-
13	77,9	20	6,25 Витацель WF 200R	12,5	-	1
14	77,9	-	6,25 Nutriose FB06	12,5	-	1
15	55,6	20	6,25 Nutriose FB06	12,5	2	-

Источник: составлено авторами на основе собственных исследований

В состав смесей для кексов добавляли также сухие картофельные хлопья, так как анализ научно-технической информации показал, что внесение картофельных хлопьев в тесто укрепляет его структуру: увеличиваются показатели консистенции теста, устойчивость к замесу, снижается разжижение, увеличивается удельный объем, пористость, формоустойчивость готового изделия [12].

Внесение в тесто пектинов влияет на биологические, коллоидные, микробиологические процессы, происходящие в тесте, внесение пектиновых веществ увеличивает удельный объем, пористость продукта, улучшает структурно-механические свойства мякиша, укрепляет структуру и увеличивает его влажность, что связано с водоудерживающей способностью пектиновых веществ. В процессе выпечки пектины выделяют дополнительную влагу, благодаря чему происходит увлажнение изделий и клейстеризация крахмала в его составе [13].

Применение лецитина соевого и производных на его основе обеспечивает улучшение реологических свойств теста, особенно при переработке муки с низкой эластичностью, а также обеспечивает увеличение объема выпечки, улучшение структуры пористости мякиша, замедляет процессы черствения [14].

Во всех случаях получались фигурные изделия, которые при извлечении из форм не теряли форму и не крошились. Анализ образцов, полученных при лабораторной выпечке, показал, что лучшую структуру мякиша и форму имели кексы при использовании клетчатки Nutriose FB06 (Roquette, France), при содержании сухого картофельного пюре 10,0%. Взбивание желтка с сахаром и дальнейшее их введение в тесто позволяет получить более нежную структуру готовых изделий, придать им приятный аромат и вкус. Цвет изделий — золотисто-желтый.

На основании проведенных исследований были разработаны две рецептуры сухих смесей — кекс «Ароматный» и печенье «Особое».

Полученное тесто и готовые изделия оценивали по органолептическим показателям. В табл. 2 приведены показатели качества теста и готовых изделий, полученных при лабораторной выпечке.

Таблица 2. Органолептическая характеристика теста и готовых изделий, полученных из сухих смесей для выпечки
Table 2. Organoleptic characteristics of dough and finished products obtained from dry mixes for baking

Наименование продукта	Тесто	Готовые изделия
Кекс	Тесто сметанообразное, воздушное, цвет молочный.	 <p>Форма фигурная, верх куполообразный с трещинами. Нижняя сторона без посторонних вкраплений и пятен. Цвет корочки светло-коричневый, золотистый. Вкус слегка сладковатый. Вид в изломе — без следов непромеса и закала, без постороннего привкуса и запаха</p>
Печенье	Тесто густое, цвет молочный	 <p>Форма фигурная, верх плоский без трещин. Верхняя сторона с присутствием коричневых вкраплений, обусловленных использованием лецитина. Цвет корочки золотистый. Корочка изделия хрупкая, крошащаяся. Без постороннего привкуса и запаха</p>

Источник: разработано авторами на основе собственных исследований

Один из предлагаемых вариантов (кекс «Ароматный») предполагает дополнительное взбивание желтка с сахаром и введение их в сухую смесь, второй вариант смеси для выпечки печенья (Печенье «Особое») уже содержит в составе яичный порошок (2,5%) и предполагает только внесение воды и растительного масла.

Способы приготовления разработанных мучных кондитерских изделий дополнительно представлены на потребительской упаковке.

В республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведены исследования по определению основных физико-химических показателей.

Таблица 3. Физико-химический состав низкобелковых продуктов питания
Table 3. Physicochemical composition of low-protein foods

Наименование продукта	Содержание глютена, мг/кг	Массовая доля белка %	Массовая доля фенилаланина, мг/100 г
Смесь сухая низкобелковая «Кекс «Ароматный»	Менее 10	1,44	22,4
Смесь сухая низкобелковая «Печенье «Особое»	Менее 10	2,33	66,3

Источник: разработано авторами на основе собственных исследований

Анализ результатов, представленных в табл. 3, показал, что все разработанные специализированные продукты питания не содержат глютен, имеют низкое содержание белка, безопасный уровень содержания фенилаланина и могут быть рекомендованы в качестве специализированных продуктов питания для детей больных фенилкетонурией и целиакией.

Заключение. На основании проведенного мониторинга рынка специализированных продуктов питания были установлены основные критерии, позволяющие спроектировать составы отечественных низкобелковых продуктов питания: разработаны две рецептуры низкобелковых сухих смесей

для выпечки — кекс «Ароматный» и Печенье «Особое». Содержание белка в 100 г смеси для кекса составляет 1,44 г, фенилаланина — 22,4 мг, содержание белка в 100 г смеси для печенья — 2,33 г, фенилаланина — 66,3 мг. В составе разработанных продуктов не содержится клейковина, а содержание глютена не более 20 мг/кг, что позволяет включать такие изделия в рационы людей с фенилкетонурией, целиакией и почечной недостаточностью.

Смеси для выпечки изготавливаются в основном из крахмала (80%). Для достижения оптимального сенсорного профиля в рецептуры вводятся дополнительные сырьевые компоненты, обуславливающие высокие потребительские свойства. В результате проведенных исследований в качестве одного из сырьевого компонента в составе смесей была выбрана клетчатка пшеничная Nutriose FB06. Также была обоснована целесообразность использования остальных сырьевых компонентов.

Список использованных источников

1. *Бабич, О. О.* Особенности биотрансформации фенилаланина в технологии продуктов питания для больных фенилкетонурией / О.О. Бабич, Л.С. Солдатова, И.С. Разумникова // Техника и технология пищевых производств. — 2011. — №2. — С. 103–109.
2. *Большаков, О. В.* Государственная политика в области здорового питания / О.В. Большаков // Молочная промышленность. — 1999. — № 6. — С. 5–6.
3. *Рыбакова, Е. П.* Диетотерапия наследственных нарушений аминокислотного обмена / Е.П. Рыбакова, Т.В. Бушуева, К.С. Ладодо и др. // Вопросы детской диетологии. — 2005. — Т. 3, № 1. — С. 11–17.
4. *Скворцов, И. А.* Развитие нервной системы у детей в норме и патологии / И.А. Скворцов, Н.А. Ермоленко. — М., 2003. — 368 с.
5. *Мадзиевская, Т.* Новые смеси для производства специализированных макаронных изделий / Т. Мадзиевская, Т. Шункевич, А. Белая // Наука и инновации. — 2014. — №5 (135) — С. 42–43.
6. *Копылова, Н. В.* ФКУ вчера, сегодня, завтра / Н.В. Копылова, А.Д. Байков, А.А. Ходунова. — М., 2004. — 47 с.
7. Диетотерапия детей, больных ФКУ. Инструктивно-методические рекомендации. М.: МЗ РФ, 1997. 37 с.
8. *Бушуева Т. В.* Современный взгляд на проблему фенилкетонурии у детей: диагностика, клиника, лечение // Вопросы современной педиатрии. — 2010. — Т. 9, № 11. — С. 157–160.
9. *Горячко, А. Н.* Наследственные болезни обмена веществ у новорожденных детей: учеб. -метод. пособие / А. Н. Горячко, Г. Ф. Елиневская, В. Л. Бутыгина. — Минск: БГМУ, 2009. — 32 с.
10. Организация школьного питания для детей, страдающих фенилкетонурией / Т.П. Трощая, Н.В. Чугай // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2019. — Т. 12, № 4 (46). — С. 6–14.
11. *Цыганова, Т.* Формирование рецептур для производства безбелковых и безглютеновых продуктов / Т. Цыганова, Д. Шнейдер, Е. Костылева [и др.] // Хлебопродукты. — 2011 — № 12 — С. 44–46.
12. *Дробот, В. И.* Применение картофельной крупки в производстве хлеба / В. И. Дробот, В. Ф. Доценко, Ю. В. Устинов, Л. Ю. Арсеньева, В. Ф. Суходол, Н. Т. Савчук // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. — 1987. — № 6. — С. 34–38.
13. *Сокол, Н. В.* Функциональная роль пектиновых веществ в технологии хлеба/ Н.В. Сокол. — Электронный ресурс. Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/v/funktsionalnaya-rol-pektinovyh-veschestv-v-tehnologii-hleba>. — Дата доступа: 25.10.2021.
14. *Донченко, Л. В.* Пищевая химия. Добавки : учеб. пособие для вузов / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Е. В. Щербакова, Е. А. Красноселова ; отв. ред. Л. В. Донченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 223 с.

Информация об авторах

Моргунова Елена Михайловна — кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail: info@belproduct.com

Сорокина Юлия Александровна — ведущий инженер-технолог опытного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», (220037, Республика Беларусь г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail:yuliya.sorokina.96@bk.ru

Information about the authors

Morgunova Elena Mikhailovna — PhD (Technical), Associate Professor, Deputy Director General for Standardization and Quality of Food Products of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food», (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Sorokina Yulia Alexandrovna — leading engineer-technologist of the pilot production of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food», (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail:yuliya.sorokina.96@bk.ru