

DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-1-380-403

УДК 664.2:613.22

БЕЗОПАСНОЕ ПИТАНИЕ ДЛЯ БОЛЬНЫХ ФЕНИЛКЕТОНУРИЕЙ: ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗБЕЛКОВЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В.В. Литвяк, С.Т. Быкова, Ю.Ф. Росляков, Л.Б. Кузина

Состояние вопроса. Установлено, что в доступной литературе имеются единичные сведения о рецептурах безбелковых продуктов питания. Актуальным для медицины и диетологии является разработка инновационных способов получения безбелковых макаронных изделий.

Объект исследования. Фенилкетонурия, макароны из нативных крахмалов, экструзионных крахмалов, сухого пюре из фруктов, модифицированной целлюлозы, камеди, свободных аминокислот, витаминов, минералов, соли.

Результаты. В статье впервые предложен оригинальный метод производства изделий макаронных с низким содержанием белка, включающий приготовления теста, формования и сушку, отличающийся от ранее известных тем, что в качестве структурообразующей добавки используют крахмал (картофельный или кукурузный, или тапиоковый, или рисовый, или пшеничный, или их смеси различного соотношения) экструзионный модифицированный, целлюлозу модифицированную и камедь: гуаровую или ксантановую, в качестве обогащающей добавки применяют: витамины и витаминоподобные вещества: А или С, или В₁, или В₂, или В₃, или В₄, или В₅, или В₆, или В₇, или В₈, или В₉, или В₁₀, или В₁₁, или В₁₂, или В_с, или В₁₃, или В₁₄, или В₁₅, или D, или E, или H, или Н₁, или P, или K, или N, или Q, или U, β-каротин, или их смеси различного соотношения, аминокислоты свободные: ala или gly, или val, или ser, или leu, или ile, или pro, или thr, или his, или met, или cys, или tyr, или trp, или asn, или asp, или gln, или glu, или arg, или lys, или их смеси различного соотношения, минералы: Са₃(РО₄)₂ или MgO, или FeSO₄ или ZnO, или CuSO₄, или MnSO₄, или Na₂SeO₃, или KI, или их смеси различного соотношения или сухое пюре из: яблок или папай, или груши, или хурмы, или граната, или дыни, или винограда, или манго, или инжира, или редиса, или кешью, или ананаса, или мандаринов, а в качестве пищевкусовой – соль: морская, поваренная или поваренная йодированная, а также их смеси различного соотношения, приготавливают замес

теста с общей влажностью смеси 35%, в дальнейшем проводят формирование при 60–85°C и подсушивание при 25°C в течение 24 часов.

Заключение. Наиболее оптимальными являются следующие смеси: 1) аминокислот: *ala, arg, asp, cys, gly, glu, his, ile, leu, met, pro, ser, thr, trp, tyr, val* при соотношении 1,8 : 2 : 6,2 : 2,1 : 1 : 11,7 : 1,3 : 3,8 : 11,6 : 4,8 : 1,4 : 4,1 : 3,5 : 3,2 : 1,6 : 3,7 : 3,4; 2) витаминов и витаминоподобных веществ: *A, D₃, E, β-каротин, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₉, B₁₂, B₇, C* при соотношении 132,1 : 2,4 : 8095 : 57,1 : 50 : 71,4 : 476,2 : 595,2 : 23,8 : 11,9 : 1 : 1,7 : 9523,8; 3) минералов: *Ca₃(PO₄)₂, MgO, FeSO₄, ZnO, CuSO₄, MnSO₄, Na₂SeO₃, KI* при соотношении 34000 : 3000 : 70 : 300 : 40 : 1000 : 1 : 7.

Ключевые слова: фенилкетонурия; диетическое и лечебное питание; модифицированные крахмалы; безбелковое питание; макаронные изделия; инновационные технологии

Для цитирования. Литвяк В.В., Быкова С.Т., Росляков Ю.Ф., Кузина Л.Б. Безопасное питание для больных фенилкетонурией: Инновационный способ получения безбелковых макаронных изделий // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14, № 1. С. 380-403. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-1-380-403

SAFE FOOD FOR PATIENTS WITH PHENYLKETONURIA: AN INNOVATIVE METHOD OF PRODUCING PROTEIN-FREE PASTA PRODUCTS

V.V. Litvyak, S.T. Bykova, Yu.F. Roslyakov, L.B. Kuzina

Background. At the moment, there is only a little information about the formulations of protein-free food products. Therefore, developing innovative methods of obtaining protein-free pasta is relevant for medicine and dietetics.

The object of study. Phenylketonuria, pasta from native starches, extrusion starches, dried fruit puree, modified cellulose, gum, free amino acids, vitamins, minerals, salt.

Results. The article, for the first time, proposes an original method for the production of pasta with low protein content, including dough preparation, shaping, and drying, which differs from previously known ones in that starch (potato or corn, or tapioca, or rice, or wheat, or their mixtures of various ratios) extrusion modified, modified cellulose and gum: guar or xanthan, as an enriching additive are used:

vitamins and vitamin-like substances: A or C, or B₁, or B₂, or B₃, or B₄, or B₅, or B₆, or B₇, or B₈, or B₉, or B₁₀, or B₁₁, or B₁₂, or Bs or B₁₃, or B₁₄, or B₁₅, or D or E or H or H₁ or P or K or N, or Q, or U, β-carotene, or mixtures thereof in various ratios, free amino acids: ala or gly, or val, or ser, or leu, or ile, or pro, or thr, or his, or met, or cys, or tyr, or trp, or asn, or asp, or gln, or glu, or arg, or lys, or mixtures thereof various ratios, minerals: Ca₃(PO₄)₂ or MgO, or FeSO₄ or ZnO, or CuSO₄ or MnSO₄ or Na₂SeO₃, or KI, or mixtures thereof in various ratios or dry puree from: apples or papayas, or pears, or persimmons, or pomegranate, or melon, or grapes, or mango, or figs, or radishes, or cashews, or pineapple, or tangerines, and as a food flavor – salt: sea, table or table iodized, as well as their mixtures of various ratios, are prepared kneading the dough with a total moisture content of the mixture of 35%, then molding is carried out at 60–85°C and drying at 25°C for 24 hours.

Conclusion. The following mixtures are the most optimal: 1) amino acids: ala, arg, asp, cys, gly, glu, his, ile, leu, met, pro, ser, thr, trp, tyr, val at a ratio of 1.8: 2: 6.2 : 2.1 : 1 : 11.7 : 1.3 : 3.8 : 11.6 : 4.8 : 1.4 : 4.1 : 3.5 : 3.2 : 1.6 : 3 : 7: 3.4; 2) vitamins and vitamin-like substances: A, D₃, E, β-carotene, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₇, B₁₂, B₇, C at a ratio of 132.1 : 2.4 : 8095 : 57.1 : 50 : 71.4 : 476.2 : 595.2 : 23.8 : 11.9 : 1 : 1.7 : 9523.8; 3) minerals: Ca₃(PO₄)₂, MgO, FeSO₄, ZnO, CuSO₄, MnSO₄, Na₂SeO₃, KI at a ratio of 34000 : 3000 : 70 : 300 : 40 : 1000 : 1 : 7.

Keywords: phenylketonuria, dietary and health food, modified starches, protein-free food, pasta, innovative technologies.

For citation: Litvyak V.V., Bykova S.T., Roslyakov Yu.F., Kuzina L.B. Safe food for patients with phenylketonuria: An innovative method of producing protein-free pasta products. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2022, vol. 14, no. 1, pp. 380-403. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-1-380-403

Введение

При фенилкетонурии (далее – ФКУ) – тяжёлом наследственном заболевании, связанном с невозможностью метаболизировать фенилаланин (далее – ФА), единственным вариантом лечения является диетотерапия, заключающаяся в максимально возможном исключении из меню продуктов содержащих фенилаланин (ФА), т.е. белок [1–5, 7–9, 15–18].

Перспективным пищевым продуктом для больных ФКУ являются активно употребляемые в привычном рационе населением Российской Федерации в любом возрасте (особенно в период экономического кризиса, возросшей инфляции) макаронные изделия [12–14].

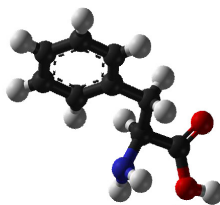
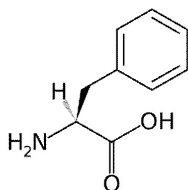
Цель исследования – разработка инновационного способа получения (рецептур) низкобелковых макаронных изделий.

Объект исследования

Фенилкетонурия, макароны из нативных крахмалов, экструзионных крахмалов, сухого пюре из фруктов, модифицированной целлюлозы, ка-меди, свободных аминокислот, витаминов, минералов, соли.

Результаты и их обсуждение

Болезнь ФКУ – это врожденное генетически обусловленное с ауто-сомно-рецессивным наследованием нарушение метаболизма незаменимой аминокислоты ФА (рис. 1) [1–5, 7–9, 15–18].



атомы: ○ – водорода (H), ● – углерода (C), ● – кислорода (O), ● – азота (N)
C₉H₁₁NO₂

Рис. 1. Химическая структура аминокислоты ФА

Частота заболеваемости ФКУ в различных регионах мира представлена в таблице 1 [6].

Клиническая классификация ФКУ на современном этапе основывается на уровне ФА в крови до начала лечебного воздействия [8]:

Таблица 1.

Количество больных ФКУ в различных регионах мира

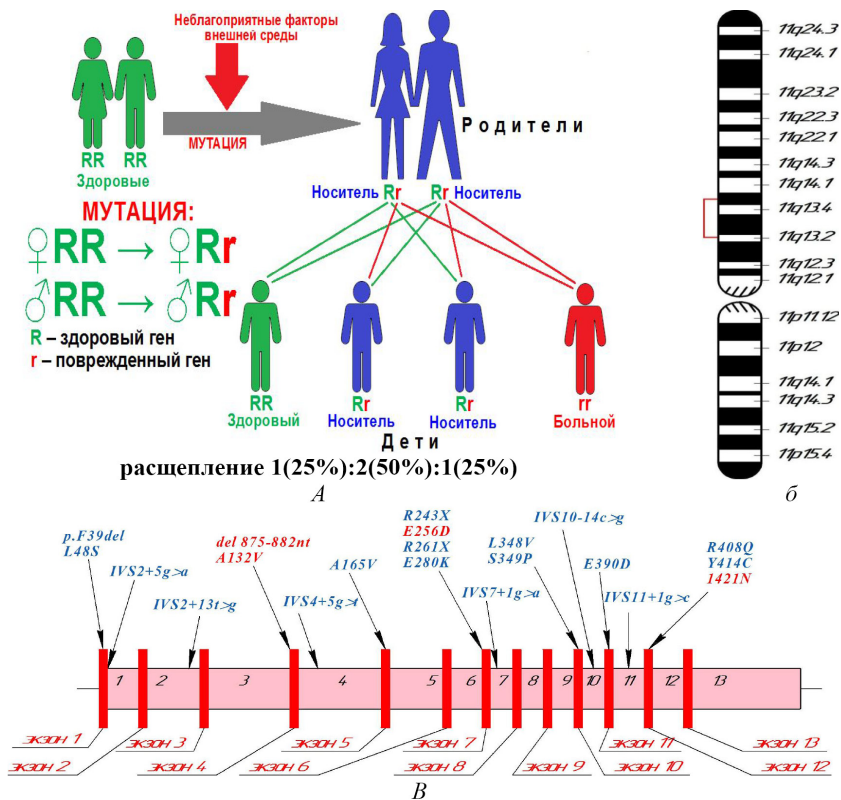
Страна	Частота заболеваемости ФУК	Страна	Частота заболеваемости ФУК
Россия	1:69000	Япония	1:143000
Турция	1:2600	Финляндия	1:200000
КНР	1:30000	США (всё население)	1:16000
Ирландия	1:4560	США (белое население)	1:20000

1. Классическая или тяжелая ФКУ – количество ФА в крови выше 1200 мкмоль/л (выше 20 мг/дл);

2. Легкая (легкая + средняя) ФКУ – количество ФА 600–1200 мкмоль/л (10–20 мг/дл). В некоторых случаях отдельно выделяют среднюю форму при уровне ФА 900–1200 мкмоль/л (15–20 мг/дл);

3. Легкая гиперфенилаланинемия – количество ФА 120–600 мкмоль/л.

ФКУ формируется при мутации гена *PAH* (рис. 2) кодирующего фермент фенилаланин-4-гидроксилазу (рис. 3 и 4), который катализирует реакцию превращения ФА в *tyr* [3, 15–18]. Аминокислота ФА является незаменимой, в организме используется для построения белков и служит предшественником тиреоидных гормонов щитовидной железы, адреналина и меланина. Дефект фермента фенилаланин-4-гидроксилазы вследствие мутаций в гене *PAH* приводит к метаболическому блоку: поступающий ФА в организм с пищей не включается в процессы метаболизма, а накапливается в разных органах.



а – аутосомно-рецессивное наследование; б – нахождение гена *PAH* на длинном плече 12-ой хромосомы; в – структура гена *PAH* и локализация обнаруженных в нем мутаций

Рис. 2. Возникновение фенилкетонурии на генном уровне

Активация альтернативных путей распада ФА приводит к образованию и накоплению в тканях токсических продуктов его обмена – фенилпировиноградной, фенилмолочной и других кетоновых кислот (рис. 4).

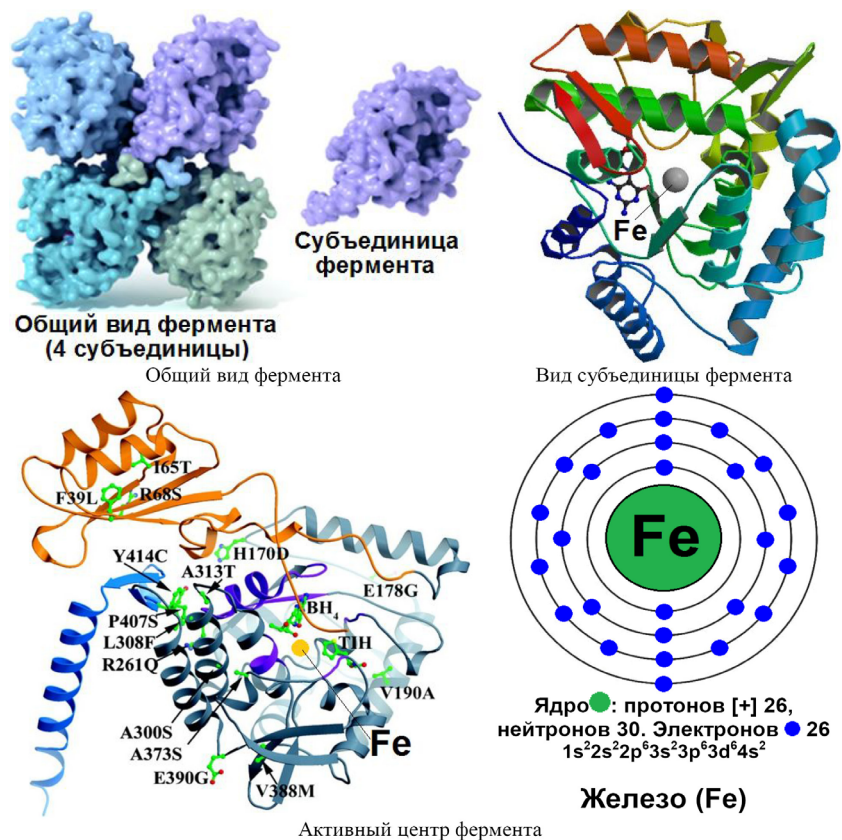


Рис. 3. Строение активного центра в субъединице фермента фенилаланингидроксилазы

Согласно метаболической концепции В.С. Литвяка [11] ФКУ – это невозможность осуществления процесса трансмутации химических элементов $(Fe + n[+e_s] \rightarrow X_{30})$; где: $[+e_s]$ – электрон (действия или усилия или материи) с пустотой на месте 5-й отсутствующей частицы, n – количество электронов $[+e_s]$, X_{30} – неизвестный химический элемент с молекулярной массой 57) в активном центре фермента фенилаланингидроксилазы.

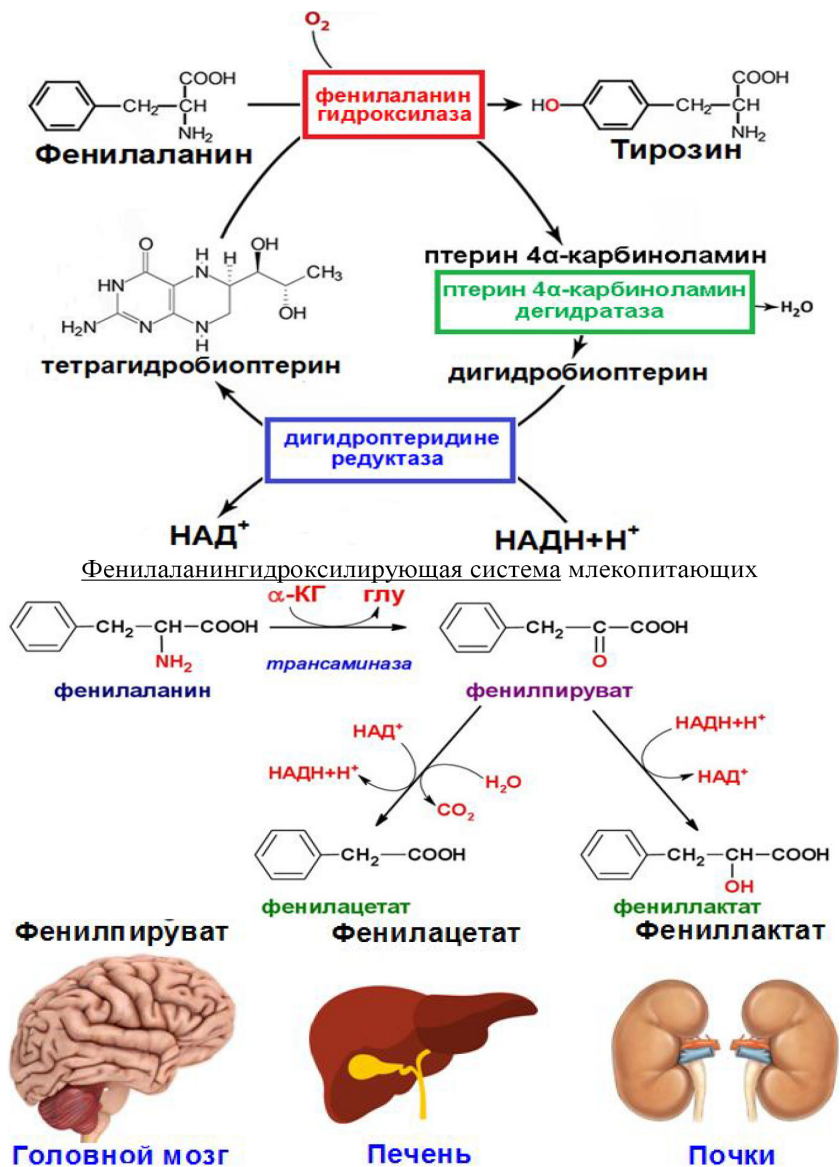


Рис. 4. Обменные процессы при ФКУ

Невозможность проведения трансмутации химических элементов при одновременном поступлении в организм большого количества ненужных (балластных) веществ – ФА приводит к нарушению многих путей доставки электронов и протонов к местам трансмутации (активным центрам ферментов и гормонов), состоящих из различных химических соединений (витаминов, белков, жиров, углеводов и других биологически активных веществ). Нарушение путей доставки электронов и протонов к местам трансмутации в свою очередь приводит к нарушению последовательности химических реакций, т.е. к сбоям в классификации электронов и протонов в соответствии с количеством и местонахождением пустоты, а также количеством и направлением движения. Внешне подобные аномалии в системе организме проявляются как болезни и патологические состояния.

В начальные этапы развития ФКУ проявляются следующие симптомы [4, 5, 7]:

1. Изменение цвета волос и глаз к более светлым. Это связано с тем, что в организме недостаточно меланина.
2. Прибавление веса – ребёнок начинает быстро поправляться.
3. Высыпания, экзема, сухость и шелушение кожи.
4. Частая рвота.
5. Неприятный («мышинный») запах мочи.

В последствие к 2–3 годам основные диагностические признаки ФКУ усиливаются и трансформируются в следующие симптомы:

1. Спазмы и судороги, тремор пальцев рук.
2. Постоянно зажатая поза. Ребенок не может расслабиться из-за сильного напряжения в мышцах.
3. Неадекватные действия (ребёнок может резко засмеяться, закричать – т.е. просто ведет себя непредсказуемо и неадекватно ситуации).
4. Деформация ушей, уменьшение черепа в отношении размеров тела.
5. Выступающая нижняя челюсть.
6. Недержание мочи.

На фоне ФКУ у детей развиваются серьезные и устойчивые психические отклонения, которые уже невозможно исправить. В результате пациент становится инвалидом. Однако так развиваются события только в том случае, если не была проведена своевременная диагностика заболевания.

Наиболее эффективным лечением при идентификации ФКУ, согласно современным представлениям, является диетотерапия – исключение из питания продуктов содержащих ФА, т.е. низкобелковая или безбелковая диета [1, 2, 8, 9].

Традиционный метод производства макаронных изделий заключается в приготовлении мучного теста из твердых сортов пшеницы с богатым содержанием белка – клейковины и последующим его выпрессовыванием (формованием) через специализированный макаронный пресс [12].

Существует технология производства макаронных изделий, заключающаяся в добавлении к тесту смеси крахмала картофельного и структурообразующей добавки – крахмала холодного набухания и крахмала горячего набухания, а также экструзионного кукурузного крахмала [13]. Структурообразующая добавка вносится в количестве 5–25% к общей массе крахмалопродуктов. Замес теста проводят на теплой воде при 50°C. Воду к тесту добавляют до влажности теста 36%.

Интересным является метод получения макаронных изделий в результате приготовления в мукосмесителе теста из безглютеновые виды муки: рисовая, гречневая, кукурузная, воды и корректирующей добавки (крахмал, мука гороховая, пшеничная, соевая, люпиновая, амарантовая, порошки овощные и фруктовые), формования и сушки макаронных изделий [14]. При этом замес теста ведут при влажности теста 30–35% и температуре воды 30–50°C.

Главными недостатками известных способ приготовления макаронных изделий, на наш взгляд, являются в большом количестве белковых компонентов (клейковины и др.), содержащих в своём составе ФА, а также недостаточно высокие потребительские характеристики: углеводно-белково-витаминно-минеральный статус, физико-химические и органолептические свойства готового продукта, что не позволяет их рекомендовать для диетического питания больных ФКУ.

Нами впервые предложен оригинальный метод производства изделий макаронных с низким содержанием белка [10], предусматривающий приготовление теста, формование и сушку, отличающийся от ранее известных тем, что в качестве структурообразующей добавки используют разные виды нативных и экструзионных крахмалов: картофельный, кукурузный, тапиоковый, рисовый, пшеничный, их смеси различного соотношения, целлюлозу модифицированную и камедь: гуаровую или ксантановую, в качестве обогащающей добавки применяют витамины и витаминоподобные вещества: А, С, В₁, В₂, В₃, В₄, В₅, В₆, В₇, В₈, В₉, В₁₀, В₁₁, В₁₂, В_с, В₁₂, В₁₃, В₁₄, В₁₅, D, E, H, Н₁, P, K, N, Q, U, β-каротин, или их смеси различного соотношения, свободные аминокислоты: *ala, gly, val, ser, leu, ile, pro, thr, his, met, cys, tyr, trp, asn, asp, gln, glu, arg, lys*, их смеси различного соотношения, минералы: Ca₃(PO₄)₂, MgO, FeSO₄, ZnO, CuSO₄, MnSO₄, Na₂SeO₃,

К1, их смеси различного соотношения или сухое пюре из: яблок, папай, груши, хурмы, граната, дыни, винограда, манго, инжира, редиса, кешью, ананаса, мандарин, а в качестве пищевкусовой – соль: морская или поваренная или поваренная йодированная или их смеси различного соотношения, готовят замес теста с общей влажностью смеси 35%, все компоненты вносят в следующем соотношении (% сухих веществ) (табл. 2). При этом наиболее оптимальными являются следующие смеси:

Таблица 2.

Основная рецептура соотношения компонентов

Вариант №1	
Компоненты	%
нативные крахмалы или их смеси различного соотношения	95–33,5
экструзионные крахмалы или их смеси различного соотношения.	1–30
модифицированная целлюлоза	1–10
свободные аминокислоты или их смеси различного соотношения	0–15
сухое пюре из фруктов или их смесь различного соотношения	1–20
витамины и витаминоподобные вещества или их смеси различного соотношения	1–5
минералы или их смеси различного соотношения	0–0,5
соль: морская, поваренная или поваренная йодированная или их смеси различного соотношения	1
Вариант №2	
Компоненты	%
нативные крахмалы или их смеси различного соотношения	97–22,5
экструзионные крахмалы или их смеси различного соотношения	1–30
модифицированная целлюлоза	0–5
камедь: гуаровая или ксантановая, или их смеси различного соотношения	0–1
свободные аминокислоты или их смеси различного соотношения	0–15
сухое пюре из фруктов или их смесь различного соотношения	0–20
витамины и витаминоподобные вещества или их смеси различного соотношения	1–5
минералы или их смеси различного соотношения	0–0,5
соль: морская, поваренная, поваренная йодированная или их смеси различного соотношения	1

- аминокислот: *ala, arg, asp, cys, gly, glu, his, ile, leu, met, pro, ser, thr, trp, tyr, val* при соотношении 1,8 : 2 : 6,2 : 2,1 : 1 : 11,7 : 1,3 : 3,8 : 11,6 : 4,8 : 1,4 : 4,1 : 3,5 : 3,2 : 1,6 : 3,7 : 3,4;

- витаминов и витаминоподобных веществ: А, D₃, Е, β-каротин, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂, В₇, С при соотношении 132,1 : 2,4 : 8095 : 57,1 : 50 : 71,4 : 476,2 : 595,2 : 23,8 : 11,9 : 1 : 1,7 : 9523,8;

- минералов: Ca₃(PO₄)₂ или MgO, или FeSO₄, или ZnO, или CuSO₄, или MnSO₄, или Na₂SeO₃, или KI при соотношении 34000 : 3000 : 70 : 300 : 40 : 1000 : 1 : 7.

Далее осуществляют формование при температуре 60–85°C и подсушивание в течение 24 часов при температуре 25°C.

Предложенный способ получения низкобелковых макаронных изделий реализуется следующим образом.

В качестве сырья для производства низкобелковых изделий макаронных применяются:

1. Добавка структурообразующая:

- крахмалы нативные по ГОСТ 7699-78 «Крахмал картофельный. Технические условия», ГОСТ 7697-82 «Крахмал кукурузный. Технические условия» и по другим техническим нормативным правовым актам (ТНПА);

- крахмалы экструзионные по ТНПА;

- целлюлоза модифицированная по ТНПА;

- камедь: гуаровая или ксантановая, или их смеси различного соотношения по ТНПА.

2. Добавка обогащающая:

- витамины и витаминоподобные вещества или их смеси различного соотношения по ТНПА;

- минералы или их смеси различного соотношения по ТНПА;

- свободные аминокислоты или их смеси различного соотношения по ТНПА;

- сухое пюре из фруктов по ТНПА.

3. Добавка пищевкусная:

- соль (морская, поваренная, поваренная йодированная или их смеси различного соотношения) по ТНПА.

Предлагаемый способ получения низкобелковых изделий макаронных, включает следующие последовательно осуществляемые технологические этапы:

- приготовление теста,

- формование осуществляют с использованием макаронного пресса при создании вакуума и температуре вытесывания 60–85°C,

- сушку в течение 24 часов при 25°C,

- фасовку и упаковку готового продукта – низкобелковых изделий макаронных.

При приготовлении теста готовят компоненты: структурообразующую, обогащающую и пищевкусовую добавки. Все компоненты теста вносят согласно таблице 2.

Наиболее оптимальными являются следующие смеси:

- аминокислот: *ala, arg, asp, cys, gly, glu, his, ile, leu, met, pro, ser, thr, trp, tyr, val* при соотношении 1,8 : 2 : 6,2 : 2,1 : 1 : 11,7 : 1,3 : 3,8 : 11,6 : 4,8 : 1,4 : 4,1 : 3,5 : 3,2 : 1,6 : 3,7 : 3,4,

- витаминов и витаминоподобных веществ: А, D₃, Е, β-каротин, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂, В₇, С при соотношении 132,1 : 2,4 : 8095 : 57,1 : 50 : 71,4 : 476,2 : 595,2 : 23,8 : 11,9 : 1 : 1,7 : 9523,8,

- минералов: Ca₃(PO₄)₂, MgO, FeSO₄, ZnO, CuSO₄, MnSO₄, Na₂SeO₃, KI при соотношении 34000 : 3000 : 70 : 300 : 40 : 1000 : 1 : 7.

Необходимо указать, что общая влажность теста должна быть не более 35%.

Далее приведены примеры конкретного выполнения предложенного способа.

Пример 1.

Для приготовления теста используют:

1. Добавка структурообразующая:

- крахмал нативный кукурузный по ГОСТ 7697-82 «Крахмал кукурузный. Технические условия»;

- крахмал экструзионный кукурузный по ТНПА;

- целлюлозу модифицированную по ТНПА.

2. Добавка обогащающая:

- витамины и витаминоподобные вещества: А, D₃, Е, β-каротин, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂, В₇, С по ТНПА;

- минералы: Ca₃(PO₄)₂, MgO, FeSO₄, ZnO, CuSO₄, MnSO₄, Na₂SeO₃, KI по ТНПА;

- сухое пюре из фруктов из: яблок, папайи, груши, хурмы, граната, дыни, винограда, манго, инжира, редиса, кешью, ананаса, мандарин) по ТНПА.

3. Добавка пищевкусовая:

- соль морская по ТНПА.

Все компоненты теста добавляют в следующем соотношении – % сухих веществ (табл. 3).

Общая влажность теста должна составлять 35%. Тесто подготовленное подают в макаронный пресс.

Формование проводят с применением пресса макаронного при вакууме и температуре выпрессовывания 60°C.

Таблица 3.

Рецептура соотношения компонентов №1

Компоненты	%
крахмал нативный кукурузный	38,5
крахмал экструзионный кукурузный	30
модифицированная целлюлоза	5
сухое пюре из фруктов из: яблок, папайи, груши, хурмы, граната, дыни, винограда, манго, инжира, редиса, кешью, ананаса, мандаринов при соотношении 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1	20
смесь витаминов и витаминоподобных веществ: А, D ₃ , Е, β-каротин, В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₅ , В ₆ , В ₉ , В ₁₂ , В ₇ , С при соотношении 132,1 : 2,4 : 8095 : 57,1 : 50 : 71,4 : 476,2 : 595,2 : 23,8 : 11,9 : 1 : 1,7 : 9523,8	5
минералы: Ca ₃ (PO ₄) ₂ , MgO, FeSO ₄ , ZnO, CuSO ₄ , MnSO ₄ , Na ₂ SeO ₃ , KI при соотношении 34000 : 3000 : 70 : 300 : 40 : 1000 : 1 : 7	0,5
соль морская	1

Осуществляют сушку при 25°C в течение 24 часов.

Далее полученный готовый продукт (низкобелковые изделия макаронные) фасуют, упаковывают и подают на склад для хранения или на реализацию.

Пример 2.

Для приготовления теста используют:

1. Добавка структурообразующая:

- крахмал нативный рисовый по ТНПА;
- крахмал экструзионный рисовый по ТНПА;
- целлюлозу модифицированную по ТНПА.

2. Добавка обогащающая:

- витамины и витаминоподобные вещества: А, D₃, Е, β-каротин, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂, В₇, С в соотношении 132,1 : 2,4 : 8095 : 57,1 : 50 : 71,4 : 476,2 : 595,2 : 23,8 : 11,9 : 1 : 1,7 : 9523,8 по ТНПА;

- минералы: Ca₃(PO₄)₂, MgO, FeSO₄, ZnO, CuSO₄, MnSO₄, Na₂SeO₃, KI по ТНПА;

- аминокислоты свободные: *ala, arg, asp, cys, gly, glu, his, ile, leu, met, pro, ser, thr, trp, tyr, val* по ТНПА.

3. Добавка пищевкусовая:

- соль поваренная по ТНПА.

Все компоненты теста добавляют в следующем соотношении – % сухих веществ (табл. 4).

Таблица 4.

Рецептура соотношения компонентов №2

Компоненты	%
крахмал нативный рисовый	38,5
крахмал экструзионный рисовый	30
целлюлоза модифицированная	10
смесь аминокислот свободных: <i>ala, arg, asp, cys, gly, glu, his, ile, leu, met, pro, ser, thr, trp, tyr, val</i> при соотношении 1,8 : 2 : 6,2 : 2,1 : 1 : 11,7 : 1,3 : 3,8 : 11,6 : 4,8 : 1,4 : 4,1 : 3,5 : 3,2 : 1,6 : 3,7 : 3,4	15
смесь витаминов и витаминоподобных веществ: А, D ₃ , Е, β-каротин, В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₅ , В ₆ , В ₉ , В ₁₂ , В ₇ , С при соотношении 132,1 : 2,4 : 8095 : 57,1 : 50 : 71,4 : 476,2 : 595,2 : 23,8 : 11,9 : 1 : 1,7 : 9523,8	5
минералы: Ca ₃ (PO ₄) ₂ , MgO, FeSO ₄ , ZnO, CuSO ₄ , MnSO ₄ , Na ₂ SeO ₃ , KI при соотношении 34000 : 3000 : 70 : 300 : 40 : 1000 : 1 : 7	0,5
соль поваренная	1

Общая влажность теста должна составлять 35%. Тесто подготовленное подают в макаронный пресс.

Формование проводят с применением пресса макаронного при вакууме и температуре выпрессовывания 85°C.

Осущают сушку при 25°C в течение 24 часов.

Далее полученный готовый продукт (низкобелковые изделия макаронные) фасуют, упаковывают и подают на склад для хранения или на реализацию.

Пример 3.

Для приготовления теста используют:

1. Добавка структурообразующая:

- крахмал нативный картофельный по ГОСТ 7699-78 «Крахмал картофельный. Технические условия»;
- крахмал нативный рисовый по ТНПА;
- крахмал экструзионный пшеничный по ТНПА;
- камедь гуаровую по ТНПА.

2. Добавка обогащающая:

- витамины и витаминоподобные вещества: А, D₃, Е, β-каротин, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂, В₇, С по ТНПА;
- минералы: Ca₃(PO₄)₂, MgO, FeSO₄, ZnO, CuSO₄, MnSO₄, Na₂SeO₃, KI по ТНПА;
- сухое фруктовое пюре из: яблок, папайи, груши, хурмы, граната, дыни, винограда, манго, инжира, редиса, кешью, ананаса, мандаринов по ТНПА.

3. Добавка пищевкусовая:

- соль морская по ТНПА.

Все компоненты теста добавляют в следующем соотношении – % сухих веществ (табл. 5).

Общая влажность теста должна составлять 35%. Тесто подготовленное подают в макаронный пресс.

Формование проводят с применением прессы макаронного при вакууме и температуре выпрессовывания 70°C.

Осуществляют сушку при 25°C в течение 24 часов.

Далее полученный готовый продукт (изделия низкобелковые макаронные) фасуют, упаковывают и подают на склад для хранения или на реализацию.

Таблица 5.

Рецептура соотношения компонентов №3

Компоненты	%
смесь крахмалов нативных: картофельного и рисового при соотношении 1 : 1	59,7
крахмал экструзионный пшеничный	25
камедь гуаровая	1
сухое пюре из фруктов из: яблок, папайи, груши, хурмы, граната, дыни, винограда, манго, инжира, редиса, кешью, ананаса, мандаринов при соотношении 1 : 2 : 1 : 3 : 1 : 4 : 1 : 5 : 1 : 6 : 1 : 7 : 1	10
смесь витаминов и витаминоподобных веществ: А, D ₃ , Е, β-каротин, В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₅ , В ₆ , В ₉ , В ₁₂ , В ₇ , С при соотношении 132,1 : 2,4 : 8095 : 57,1 : 50 : 71,4 : 476,2 : 595,2 : 23,8 : 11,9 : 1 : 1,7 : 9523,8	3
минералы: Ca ₃ (PO ₄) ₂ , MgO, FeSO ₄ , ZnO, CuSO ₄ , MnSO ₄ , Na ₂ SeO ₃ , KI при соотношении 34000 : 3000 : 70 : 300 : 40 : 1000 : 1 : 7	0,3
соль морская	1

Пример 4.

Для приготовления теста используют:

1. Добавка структурообразующая:

- крахмалы нативные: картофельный, кукурузный, тапиоковый, рисовый, пшеничный по ГОСТ 7699-78 «Крахмал картофельный. Технические условия», ГОСТ 7697-82 «Крахмал кукурузный. Технические условия» и по другим техническим нормативным правовым актам (ТНПА);

- крахмалы экструзионные: картофельный, кукурузный, тапиоковый, рисовый, пшеничный по ТНПА;

- целлюлозу модифицированную по ТНПА.

2. Добавка обогащающая:
 - витамины и витаминоподобные вещества: В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂, В₇ по ТНПА;
 - аминокислота свободная: *gly* по ТНПА.

3. Добавка пищевкусовая:
 - соль поваренная йодированная по ТНПА.

Все компоненты теста добавляют в следующем соотношении – % сухих веществ (табл. 6).

Общая влажность теста должна составлять 35%. Тесто подготовленное подают в макаронный пресс.

Таблица 6.

Рецептура соотношения компонентов №4

Компоненты	%
смесь крахмалов нативных: картофельного, кукурузного, тапиокового, рисового, пшеничного при соотношении 1 : 1 : 1 : 1 : 1	95
смесь крахмалов экструзионных: картофельного, кукурузного, тапиокового, рисового, пшеничного при соотношении 1 : 1 : 1 : 1 : 1	1
целлюлоза модифицированная	1
аминокислота свободная: <i>gly</i>	1
смесь витаминов и витаминоподобных веществ: В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₅ , В ₆ , В ₉ , В ₁₂ , В ₇ , при соотношении 50 : 71,4 : 476,2 : 595,2 : 23,8 : 11,9 : 1 : 1,7 : 9523,8	1
соль поваренная йодированная	1

Формование проводят с применением пресса макаронного при вакууме и температуре выпрессовывания 65°C.

Осущают сушку при 25°C в течение 24 часов.

Далее полученный готовый продукт (низкобелковые изделия макаронные) фасуют, упаковывают и подают на склад для хранения или на реализацию.

Пример 5.

Для приготовления теста используют:

- Добавка структурообразующая:
 - нативный картофельный крахмал по ГОСТ 7699-78 «Крахмал картофельный. Технические условия»,
 - нативный пшеничный крахмал по ТНПА,
 - экструзионный пшеничный крахмал по ТНПА.
 - камедь ксантановую по ТНПА.
- Добавка обогащающая:
 - витамины и витаминоподобные вещества: А, В₁, В₆, В₉, В₁₂, С;

- свободные аминокислоты: *gly, asp, leu* по ТНПА;

- минералы: фосфат калия, йодид калия по ТНПА.

3. Добавка пищевкусовая:

- соль морская по ТНПА,

- соль поваренная йодированная по ТНПА.

Все компоненты теста добавляют в следующем соотношении – % сухих веществ (табл. 7).

Таблица 7.

Рецептура соотношения компонентов №5

Компоненты	%
смесь крахмалов нативного: картофельного и пшеничного при соотношении 1 : 1	52
крахмал экструзионный пшеничный	25
камедь ксантановая	1
смесь витаминов и витаминоподобных веществ А, В ₁ , В ₆ , В ₉ , В ₁₂ , С в соотношении 132,1 : 50 : 23,8 : 11,9 : 1 : 9523,8	5
смесь аминокислот свободных: <i>gly, asp, leu</i> при соотношении 1:6,2 : 11,6	15,9
смесь минералов: фосфат калия, йодид калия при соотношении 485,7 : 1	0,1
смесь соли: морской и поваренной йодированной при соотношении 1 : 2	1

Общая влажность теста должна составлять 35%. Тесто подготовленное подают в макаронный пресс.

Формование проводят с применением прессы макаронного при вакууме и температуре выпрессовывания 60°C.

Осуществляют сушку при 25°C в течение 24 часов.

Далее полученный готовый продукт (низкобелковые изделия макаронные) фасуют, упаковывают и подают на склад для хранения или на реализацию.

Пример 6.

Для приготовления теста используют:

1. Добавка структурообразующая:

- крахмал нативный пшеничный по ТНПА,

- крахмал нативный тапиоковый по ТНПА;

- крахмал экструзионный тапиоковый по ТНПА

2. Добавка обогащающая:

- сухое пюре из яблок и груши по ТНПА;

- витамины и витаминоподобные вещества: В₂, В₇, В₁₂, С, β-каротин по ТНПА;

- аминокислоты свободные: *gly, ala, his, val, tyr, trp* по ТНПА;

- минералы: CuSO_4 , Na_2SeO_3 , KI по ТНПА.

3. Добавка пищевая:

- соль поваренная йодированная по ТНПА.

Все компоненты теста добавляют в следующем соотношении – % сухих веществ (табл. 8).

Таблица 8.

Рецептура соотношения компонентов №6

Компоненты	%
смесь крахмалов нативных: пшеничного и рисового при соотношении 1 : 2	58,3
смесь крахмалов экструзионных: картофельного и тапиокового при соотношении 5: 1	28
смесь витаминов и витаминоподобных веществ: А, В ₂ , В ₇ , В ₁₂ , С, β-каротин при соотношении 71,4 : 1,7 : 1 : 9523,8 : 57,1	2,5
смесь аминокислот свободных: <i>gly, ala, his, val, tyr, trp</i> при соотношении 1:1, 8 : 1,3 : 3,4 : 3,7 : 1, 6	10
смесь минералов: CuSO_4 , Na_2SeO_3 , KI при соотношении 40 : 1 : 7	0,2
соль поваренная йодированная	1

Общая влажность теста должна составлять 35%. Тесто подготовленное подают в макаронный пресс.

Формование проводят с применением пресса макаронного при вакууме и температуре выпрессовывания 73°C.

Осуществляют сушку при 25°C в течение 24 часов.

Далее полученный готовый продукт (низкобелковые изделия макаронные) фасуют, упаковывают и подают на склад для хранения или на реализацию.

Заключение

Таким образом, нами предложен оригинальный эффективный метод производства макаронных изделий с низким содержанием белка для диетического питания больных ФКУ и хронической почечной недостаточностью с использованием нативного и физически модифицированного (экструзионного) крахмала различного ботанического происхождения, а также обогащающих добавок (аминокислот свободных, кроме аминокислоты – ФА), витаминов и витаминоподобных веществ (водо- и жирорастворимых), минералов. Применение предложенного метода позволяет изготавливать изделия макаронные, которые можно использовать как для профилактических целей,

так и для удовлетворения потребности человека в пищевом продукте, а также для того, чтобы в тех регионах, в которых не растут пшеница или рожь, можно было бы производить макароны на основе местных типов крахмала, что расширяет ассортимент изделий макаронных.

Заключение комитета по этике. Не применимо.

Информированное согласие. Не применимо.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование поддержано грантом Кузиной Л.Б.: Фонд содействия инновациям (Договор 17100ГУ/2021 от 19.11.2021, заявка У-75706, конкурс УМНИК-21 (Архипелаг) / Москва, Архипелаг – 2021).

Публикация подготовлена в рамках Государственного задания ФГБУН Центр исследования проблем безопасности РАН на 2021 г. и на плановый период 2022 и 2023 гг. «Исследования проблем обеспечения национальной безопасности Российской Федерации в современных условиях, в том числе в сферах функционирования государственной системы управления, обеспечения территориальной целостности России, противодействия экстремизму и терроризму, обеспечения экономической и научно-технологической безопасности» (код работы – № 0006-2021-0005), раздел НИР: 1.3. Формирование и реализация государственной политики в сфере охраны здоровья в соответствии с целями «Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года». Исследование проблем.

Список литературы

1. Баранов А.А. Специализированные продукты лечебного питания для детей с фенилкетонурией. Методическое письмо. 3-е изд-е. / А.А. Баранов, Т.Э. Боровик, К.С. Ладодо и др. М., 2012. 84 с.
2. Боровик Т.Э. Диетотерапия при классической фенилкетонурии: критерии выбора специализированных продуктов без фенилаланина / Т.Э. Боровик, К.С. Ладодо, Т.В. Бушуева и др. // Вопросы современной педиатрии. 2013. Т. 12, №5. С. 40–48. <https://doi.org/10.15690/vsp.v12i5.796>
3. Бочков Н.П. Клиническая генетика. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Гэотармед, 2001. 448 с.
4. Бушуева Т.В. Современный взгляд на проблему фенилкетонурии у детей: диагностика, клиника, лечение // Вопросы современной педиатрии. 2010. Т. 9, №1. С. 157–160. <https://vsp.spr-journal.ru/jour/article/view/845>

5. Волгина С.Я. Фенилкетонурия у детей: современные аспекты патогенеза, клинических проявлений, лечения / С.Я. Волгина, С.Ш. Яфарова, Г.Р. Клетенкова // Рос. вестн. перинатол. и педиатр. 2017. Т. 62, №5. С. 111–118. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2017-62-5-111-118>
6. Станиславская О.С. Фенилкетонурия у детей. Питание. Причины заболевания. <https://puzkarapuz.ru/content/1865>
7. Клиточенко Г.В. Современные возможности диагностики и терапии фенилкетонурии / Г.В. Клиточенко, Н.В. Малюжинская, К.В. Степаненко // Лекарственный вестник. 2021. Т.15, №1 (81). С. 24–29.
8. Копылова Н.В. Фенилкетонурия: классификация, диагностика, диетотерапия // Вопросы детской диетологии. 2004. Том 2, №6. С. 31–46.
9. Ладодо К.С. Специализированное лечебное питание для детей с фенилкетонурией. Руководство по фармакотерапии в педиатрии и детской хирургии. Клиническая генетика / К.С. Ладодо, Е.П. Рыбакова, Л.В. Соломадина; под ред. А.Д. Царегородцева, В.А. Таболина. Москва, 2002. С. 132-138.
10. Литвяк В.В. Способ получения низкобелковых макаронных изделий: Патент № 2752901. RU, МПК⁷ А 23L 7/109 / В.В. Литвяк, В.В. Шилов, Д.И. Гоман, Н.И. Белякова, Ю.Ф. Росляков, Н.А. Шмалько, Ю.А. Артюх, А.М. Шемшелева; заявка №2019141214; заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный технологический университет (ФГБОУ ВПО КубГТУ); заявл. 11.12.2019, опубл. 11.08.2021 // Государственный реестр изобретений Российской Федерации. Бюл. №23. 2021.
11. Литвяк В.С. Волновое и корпускулярное строение материи-антиматерии: роль и значение пустоты в структуре: в 2-х ч. / В.С. Литвяк, В.В. Литвяк. Минск: ИВЦ Минфина, 2018. ч. 1. 440/ч. 2. 687 с.
12. Медведев Г.М. Технология макаронного производства. М.: Колос, 1998. 272 с.
13. Тихонович Е.Ф. Технология диетических макаронных изделий на основе использования картофельного крахмала / Е.Ф. Тихонович, Е.А. Назаренко, М.Н. Василевская, В.В. Мудрагель // Хлебопек: научный, производственно-практический журнал для хлебопексов и кондитеров. 2010. №3(44). С. 30–33.
14. Шнейдер Т.И. Способ производства макаронных изделий: Патент №2446708. RU, МПК⁷ А 23L 1/16 / Т.И. Шнейдер, Н.К. Казеннова, Д.В. Шнейдер, С.А. Шилин; заявка №2010146282/13; заявитель ООО «Макарон-Сервис». заявл. 13.11.2010; опубл. 10.04.2012 // Государственный реестр изобретений Российской Федерации. 2012. Бюл. №10.

15. Blau N., Hennermann J.B., Langenbeck U., Lichter-Konecki U. Diagnosis, classification, and genetics of phenylketonuria and tetrahydrobiopterin (BH4) deficiencies // *Mol Genet Metab.* 2011. Vol. 104. P. S2–S9. <https://doi.org/10.1016/j.ymgme.2011.08.017>
16. Blau N. Molecular genetics and diagnosis of phenylketonuria: state of the art / N. Blau, N. Shen, C. Carducci // *Expert Rev Mol. Diagn.* 2014. Vol. 14, No. 6. P. 655–671. <https://doi.org/10.1586/14737159.2014.923760>
17. Danecka M.K. Mapping the functional landscape of frequent phenylalanine hydroxylase (PAH) genotypes promotes personalised medicine in phenylketonuria / M.K. Danecka, M. Woidy, J. Zschocke, F. Feillet et al. // *J. Med. Genet.* 2015. Vol. 52, №3. P. 175–185. <https://doi.org/10.1136/jmedgenet-2014-102621>
18. Williams R.A. Phenylketonuria: an inborn error of phenylalanine metabolism / R.A. Williams, C.D. Mamotte, J.R. Burnett // *Clin. Biochem. Rev.* 2008. Vol. 29, No. 1. P. 31–41.

References

1. Baranov A.A. *Spetsializirovannye produkty lechebnogo pitaniya dlya detey s fenilketonuriyey. Metodicheskoe pis'mo* [Specialized therapeutic food products for children with phenylketonuria. Methodical letter.] / A.A. Baranov, T.E. Borovik, K.S. Ladodo et al. M., 2012, 84 p.
2. Borovik T.E., Ladodo K.S., Bushueva T.V. et al. *Voprosy sovremennoy pediatrii*, 2013, vol. 12, no. 5, pp. 40–48. <https://doi.org/10.15690/vsp.v12i5.796>
3. Bochkov N.P. *Klinicheskaya genetika* [Clinical Genetics]. M.: Geotarmed, 2001, 448 p.
4. Bushueva T.V. *Voprosy sovremennoy pediatrii*, 2010, vol. 9, no. 1, pp. 157–160. <https://vsp.spr-journal.ru/jour/article/view/845>
5. Volgina S.Ya., Yafarova S.Sh., Kletenkova G.R. *Ros. vestn. perinatol. i pediatri*, 2017, vol. 62, no. 5, pp. 111–118. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2017-62-5-111-118>
6. Stanislavskaya O.S. *Fenilketonuriya u detey. Pitanie. Prichiny zabolevaniya* [Phenylketonuria in children. Food. Causes of the disease]. <https://puzkarapuz.ru/content/1865>
7. Klitochenko G.V., Malyuzhinskaya N.V., Stepanenko K.V. *Lekarstvennyy vestnik*, 2021, vol. 15, no. 1 (81), pp. 24–29.
8. Kopylova N.V. *Voprosy detskoy dietologii*, 2004, vol. 2, no. 6, pp. 31–46.
9. Ladodo K.S. *Spetsializirovannoe lechebnoe pitanie dlya detey s fenilketonuriyey. Rukovodstvo po farmakoterapii v pediatrii i detskoy khirurgii. Klinicheskaya genetika* [Specialized medical nutrition for children with phenylketonuria. Guide-

- lines for pharmacotherapy in pediatrics and pediatric surgery. Clinical genetics] / K.S. Ladodo, E.P. Rybakova, L.V. Solomadina; ed. A.D. Tsaregorodtsev, V.A. Tabolin. Moscow, 2002, pp. 132-138.
10. Litvyak V.V. Method for obtaining low-protein pasta: Patent No. 2752901. RU, MPK⁷ A 23L 7/109 / V.V. Litvyak, V.V. Shilov, D.I. Goman, N.I. Belyakova, Yu.F. Roslyakov, N.A. Shmal'ko, Yu.A. Artyukh, A.M. Shemsheleva; application No. 2019141214; applicant: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Kuban State Technological University (FGBOU VPO KubGTU); dec. 12/11/2019, publ. 08/11/2021 // State Register of Inventions of the Russian Federation. Bull. No. 23. 2021.
 11. Litvyak V.S. *Volnovoe i korpuskulyarnoe stroenie materii-antimaterii: rol' i znachenie pustoty v structure* [Wave and corpuscular structure of matter-anti-matter: the role and significance of emptiness in the structure] / V.S. Litvyak, V.V. Litvyak. Minsk: IVTs Minfina, 2018. part 1, 440 p./part 2, 687 p.
 12. Medvedev G.M. *Tekhnologiya makaronnogo proizvodstva* [Technology of pasta production]. M.: Kolos, 1998, 272 p.
 13. Tikhonovich E.F., Nazarenko E.A., Vasilevskaya M.N., Mudragel' V.V. *Khlebopek: nauchnyy, proizvodstvenno-prakticheskiy zhurnal dlya khlebopekov i konditerov*, 2010, no. 3(44), pp. 30–33.
 14. Shneyder T.I. Method for the production of pasta: Patent No. 2446708. RU, MPK⁷ A 23L 1/16 / T.I. Shneyder, N.K. Kazennova, D.V. Shneyder, S.A. Shilin; application No. 2010146282/13; applicant LLC “Makaron-Service”. dec. 11/13/2010; publ. 04/10/2012 // State Register of Inventions of the Russian Federation. 2012. Bull. No. 10.
 15. Blau N., Hennermann J.B., Langenbeck U., Lichter-Konecki U. Diagnosis, classification, and genetics of phenylketonuria and tetrahydrobiopterin (BH4) deficiencies. *Mol Genet Metab.*, 2011, vol. 104, pp. S2–S9. <https://doi.org/10.1016/j.ymgme.2011.08.017>
 16. Blau N. Molecular genetics and diagnosis of phenylketonuria: state of the art / N. Blau, N. Shen, C. Carducci. *Expert Rev Mol. Diagn.*, 2014, vol. 14, no. 6, pp. 655-671. <https://doi.org/10.1586/14737159.2014.923760>
 17. Danecka M.K. Mapping the functional landscape of frequent phenylalanine hydroxylase (PAH) genotypes promotes personalised medicine in phenylketonuria / M.K. Danecka, M. Woidy, J. Zschocke, F. Feillet et al. *J. Med. Genet.*, 2015, vol. 52, no. 3, pp. 175–185. <https://doi.org/10.1136/jmedgenet-2014-102621>
 18. Williams R.A. Phenylketonuria: an inborn error of phenylalanine metabolism / R.A. Williams, C.D. Mamotte, J.R. Burnett. *Clin. Biochem. Rev.*, 2008, vol. 29, no. 1, pp. 31–41.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Литвяк Владимир Владимирович, доктор технических наук, кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник
ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»
ул. Некрасова, 11, пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация
besserk1974@mail.ru

Быкова Светлана Тарасовна, кандидат технических наук, заведующий сектором научно-организационной деятельности
ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»
ул. Некрасова, 11, пос. Красково, г.о. Люберцы, Московская обл., 140051, Российская Федерация
vniik@arrisp.ru

Росляков Юрий Федорович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии
Кубанский государственный технологический университет
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация
lizaveta_ros@mail.ru

Кузина Лидия Борисовна, аспирант 4-го года обучения, научный сотрудник
ВНИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр исследования проблем безопасности РАН
ул. Некрасова, 11, пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация; ул. Гарибальди, 21Б, г. Москва, 117335, Российская Федерация
lidia.b.kuzina@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Vladimir V. Litvyak, Dr.Sc. (engineering), PhD (chemistry), Docent, Leading Researcher
All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – Branch of Russian Potato Research Centre

*11, Nekrasov Str., Kraskovo, Lyuberetsky District, Moscow region,
140051, Russian Federation
besserk1974@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1456-9586>*

Svetlana T. Bykova, PhD (engineering), head of scientific and organizational activities sector

*All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – Branch of Russian Potato Research Centre
11, Nekrasov Str., Kraskovo, Lyuberetsky District, Moscow region,
140051, Russian Federation
vniik@arrisp.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7840-3000>*

Yuri F. Roslyakov, Dr.Sc. (engineering), Professor, Professor of the Department of Food Engineering.

*Kuban State Technological University
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, 350072, Russian Federation
lizaveta_ros@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1431-4804>*

Lidia B. Kuzina, M.S., 4-year postgraduate student, researcher of starch products derivatives and functional inulin technology laboratory

*All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – Branch of Russian Potato Research Centre; Security Problems Research Center of the Russian Academy of Sciences
11, Nekrasov Str., Kraskovo, Lyuberetsky District, Moscow region,
140051, Russian Federation; 21-b Garibaldi Str., Moscow, 119335, Russian Federation
lidia.b.kuzina@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9299-4422>*

Поступила 17.12.2021

После рецензирования 19.12.2021

Принята 21.12.2021

Received 17.12.2021

Revised 19.12.2021

Accepted 21.12.2021