

УДК 637.143.2:613.22

Поступила в редакцию 29.07.2020
Received 29.07.2020**И. В. Миклукх¹, Е. В. Беспалова¹, Л. Н. Соколовская¹, Ю. А. Артюх²**

¹РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь ²Белорусское республиканское общественное объединение помощи детям больным фенилкетонурией «Будущее без границ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СУХОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА

Аннотация. В статье представлены результаты проведения научных исследований по определению эффективности восстановления разрабатываемых сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка. Проведена сравнительная характеристика показателей разрабатываемых сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка с различным рецептурным составом и изготовленных способами распылительной сушки и сухого смешивания, а также в сравнении с импортным аналогом.

Ключевые слова: сухой продукт с пониженным содержанием белка, фенилаланин, распылительная сушка, сухое смешивание, восстановленный продукт

I. V. Miklukh, ¹E. V. Bespalova, ¹L. N. Sokolovskaya, ²Y. A. Artsiukh

¹RUE «Institute for Meat and Dairy Industry», Minsk, Republic of Belarus ²Belarusian Republican Public Association for Helping Children with Phenylketonuria «The Future without Borders»

RESEARCH EFFICIENCY OF RESTORATION OF DRY DAIRY PRODUCT WITH A REDUCED PROTEIN CONTENT

Abstract. The article presents the results of studies to determine the effectiveness of the recovery of dry milk products with a low protein content. Comparative characteristics of the indicators of dissimilar dry milk products with a low protein content with different formulations and production of sprayed juices and dry mixing, as well as in comparison with imported analogs.

Keywords: dry product with reduced protein content, phenylalanine, spray drying, dry mixing, reduced product

Введение. Существует категория детей, в том числе страдающих наследственным заболеванием — фенилкетонурией, вынужденных ограничивать себя в употреблении молочного белка. Важной задачей является обеспечение их рациона адаптированными молочными продуктами с пониженным содержанием белка, которые должны обеспечивать достаточное поступление в организм основных пищевых веществ, а также иметь высокую энергетическую ценность.

Раннее выявление заболевания и своевременное начало лечения позволяют избежать клинических проявлений заболевания. Основным методом лечения фенилкетонурии является диетотерапия с ограничением естественного белка [1].

Спрос на данные продукты регулируется количеством населения, нуждающегося в их потреблении. В Республике Беларусь фенилкетонурией страдают 950 — 1090 человек, из них (по состоянию на 1 января 2018 г.) 302 ребенка до 18 лет. Ежегодно в нашей стране рождается 15-20 детей с диагнозом фенилкетонурия [1, 2].

В связи с этим актуальна организация производства адаптированных для питания детей с фенилкетонурией сухих молочных продуктов, отвечающих требованиям нормативной документации, с использованием качественных сырьевых компонентов, современного оборудования, обеспечивающего необходимую степень обработки сырья, гарантирующей высокую хранимоспособность готовых продуктов и позволяющей круглогодично обеспечивать специализированным питанием детей и снизить импорт дорогостоящей продукции.

Цель работы — исследование эффективности восстановления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка.

Научная новизна данной работы заключается в проведении научно-теоретических исследований по обоснованию компонентного состава, разработке технологии и определению влияния технологических параметров производства сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка на качество изготовленных из них молочных продуктов, предназначенных для питания детей, вынужденных ограничивать себя в употреблении белка, что позволит обеспечить полноценный и сбалансированный рацион для детей, нуждающихся в рациональном питании.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований являлись пермеат, молочные сливки, мальтодекстрин, нормализованная смесь, сухие молочные сливки, сухая смесь, сухой молочный продукт с пониженным содержанием белка, восстановленный молочный продукт с пониженным содержанием белка. Определение характеристик объектов исследований проводили с использованием стандартных методов. Массу определяли взвешиванием на технических весах ВК-3000, ВСП-150/20-5С.1 в соответствии с руководством по их эксплуатации. Индекс растворимости — методом центрифугирования; плотность — ареометрическим методом; кислотность — титриметрическим и электрометрическим методами. Определение вязкости нормализованных смесей осуществляли методом ротационной вискозиметрии на вискозиметре Brookfield при 20°С. Величины вязкости получали путем графического анализа реограмм — функции скорости сдвига. Органолептические показатели определяли методом сенсорного анализа.

Таблица 1. Обозначение образцов сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка
Table 1. Designation of low protein milk powder samples

Обозначение образца	Рецептурный состав			Отличительные технологические операции
1 РС без гомоген., без стаб.	пермеат, сливки	—	—	—
1 РС гомоген., без стаб.	пермеат, сливки	эмульгатор	—	гомогенизация
1 РС гомоген., без крист.	пермеат, сливки	эмульгатор	стабилизатор	гомогенизация
1 РС гомоген., крист.	пермеат, сливки	эмульгатор	стабилизатор	гомогенизация и кристаллизация
3 РС без гомоген.	пермеат, сливки, мальтодекстрин	—	—	—
3 РС гомоген.	пермеат, сливки, мальтодекстрин	эмульгатор	—	гомогенизация
1 СС	пермеат сухой, сливки сухие	—	стабилизатор	—
2 СС	пермеат сухой, сливки сухие, мальтодекстрин	—	стабилизатор	—
5 СС	пермеат сухой, сливки сухие, крахмал	—	стабилизатор	—
5 СС без стаб.	пермеат сухой, сливки сухие, крахмал	—	—	—
6 СС	пермеат сухой, сливки сухие, мальтодекстрин, крахмал	—	стабилизатор	—
7 СС	лактоза, сливки сухие, крахмал	—	стабилизатор	—
7 СС без стаб.	лактоза, сливки сухие, крахмал	—	—	—
8 СС	лактоза, сливки сухие, мальтодекстрин, крахмал	—	стабилизатор	—
Импортный аналог	мальтодекстрин, сухой растительный жир, сахарная пудра, соль поваренная, краситель β-каротин Е 160а, ароматизатор сливки			

Примечание: РС — распылительная сушка, СС — сухое смешивание, гомоген. — гомогенизация, крист. — кристаллизация, стаб. — стабилизатор

Результаты и их обсуждение. При проведении научно-исследовательской и опытно-технологической работы по разработке технологии производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка исследована эффективность восстановления экспериментальных образцов сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка, изготовленных способами сухого смешивания и распылительной сушки, а также его сравнение с импортным аналогом («МакМастер», производство Россия [3]). В табл. 1 приведены обозначения образцов сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка в соответствии с номерами рецептур, указанных в проекте сборника рецептур.

Восстановление сухих молочных продуктов проводили при температуре $(42 \pm 2)^\circ\text{C}$ до содержания сухих веществ в восстановленном продукте 10%, соотношение сухого продукта к воде — 1:9. Определены значения ряда показателей, характеризующих эффективность восстановления сухих молочных продуктов: индекс растворимости, плотность, вязкость.

На рис. 1–3 представлены значения индекса растворимости, плотности и вязкости сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка.

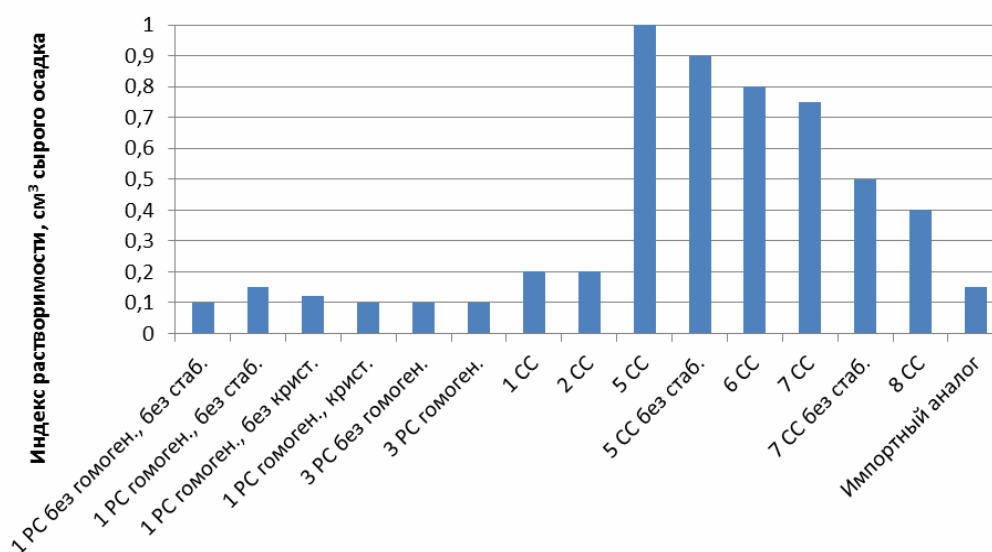


Рис. 1. Индекс растворимости сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Fig. 1. Solubility index of dry milk products with a reduced protein content

Сухие молочные продукты, изготовленные способом распылительной сушки (РС) обладают меньшим (не более $0,15 \text{ см}^3$ сырого осадка), по сравнению с сухими молочными продуктами, полученными способом сухого смешивания (СС) ($0,2 - 1,0 \text{ см}^3$ сырого осадка), индексом растворимости, который сопоставим с индексом растворимости ($0,15 \text{ см}^3$ сырого осадка) импортного аналога сухого продукта с пониженным содержанием белка. Кроме того, установлено, что увеличению значения индекса растворимости способствует наличие крахмала в составе продукта (образцы 5 СС, 5 СС без стаб., 6 СС, 7 СС, 7 СС без стаб., 8 СС). Образцы 1 СС и 2 СС характеризуются меньшим индексом растворимости ($0,2 \text{ см}^3$ сырого осадка) по сравнению с остальными образцами сухого продукта, полученного способом сухого смешивания, и приближены по растворимости к образцам, изготовленным способом распылительной сушки и импортному аналогу.

Как видно из графиков, представленных на рис. 2, для изготовления восстановленных продуктов для детского питания из сухих продуктов, полученных способом сухого смешивания, требуется больше времени для восстановления, в процессе которого происходят изменения плотности, по сравнению с изготовлением восстановленных продуктов для детского питания из сухих продуктов, полученных способом распылительной сушки нормализованной смеси. Плотность восстановленных продуктов из сухих продуктов, полученных способом распылительной сушки ($1030-1031 \text{ г/дм}^3$), выше плотности восстановленного импортного аналога ($1028,5 \text{ г/дм}^3$). Однако плотность восстановленных продуктов, изготовленных из сухих продуктов, полученных способом сухого смешивания в процессе выдержки ниже плотности восстановленного импортного аналога. К концу выдержки (120 мин) значения плотности для образцов из сухих продуктов, изготовленных методом сухого смешивания ($1027,5-1028,5 \text{ г/дм}^3$), приближаются к значению плотности импортного аналога, а плотность образцов 1 СС (1029 г/дм^3) и 2 СС ($1029,5 \text{ г/дм}^3$) выше плотности импортного аналога.

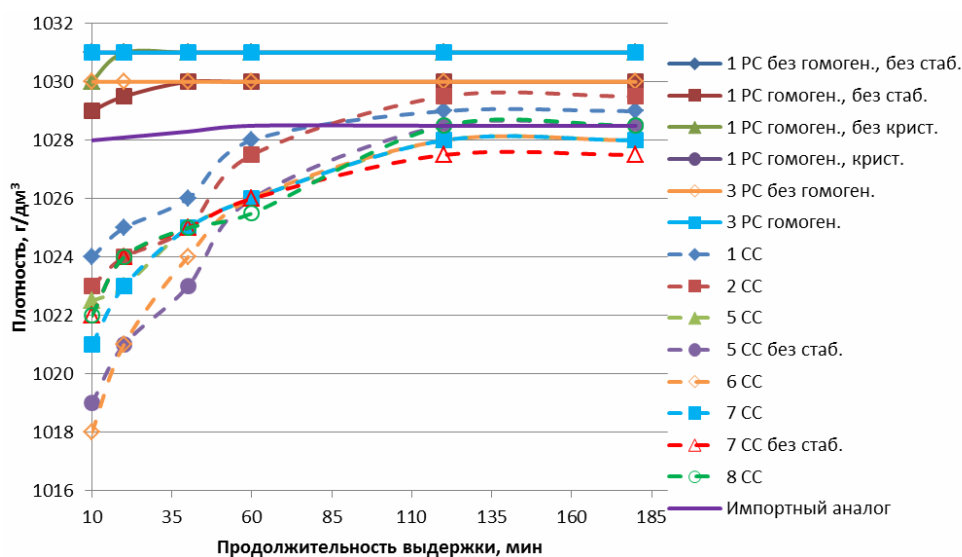


Рис. 2. Изменение плотности в процессе восстановления сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка

Fig. 2. Density change during reconstitution of reduced protein dry milk products

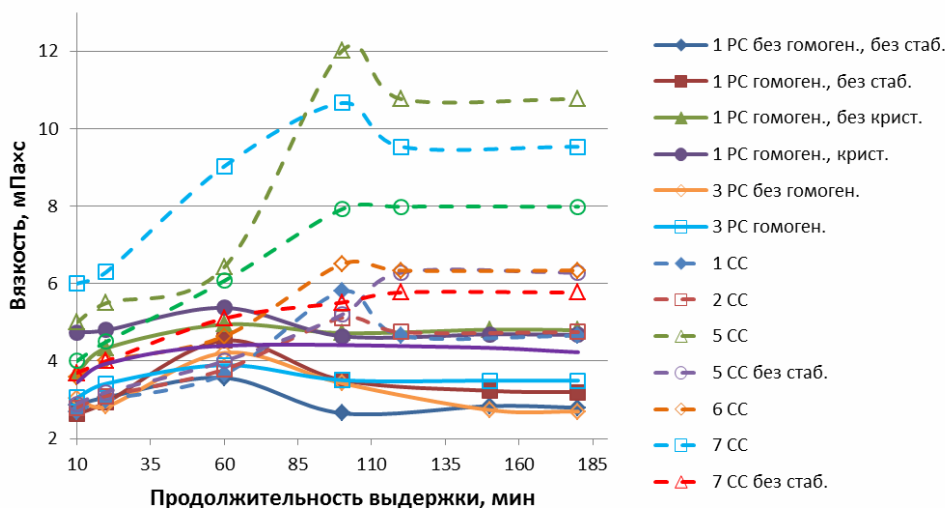


Рис. 3. Изменение вязкости в процессе восстановления сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка

Fig. 3. Viscosity change during reconstitution of reduced protein powdered milk products

При изготовлении восстановленных продуктов для детского питания из сухих продуктов, полученных способом сухого смешивания, требуется больше времени для восстановления, в процессе которого происходят качественные изменения его физико-химических свойств (плотности, вязкости) по сравнению с изготовлением восстановленных продуктов для детского питания из сухих продуктов, полученных способом распылительной сушки нормализованной смеси.

Сравнительная характеристика значений конечной вязкости для исследуемых образцов представлена на рис. 4.

Вязкость восстановленных продуктов, изготовленных из сухих продуктов, полученных способом сухого смешивания и способом распылительной сушки с использованием гомогенизации, выше вязкости восстановленного импортного аналога. Увеличению вязкости восстановленных молочных продуктов способствует проведение гомогенизации и кристаллизации, а также совместное использование крахмала и стабилизатора в составе сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка, изготовленных способом сухого смешивания.

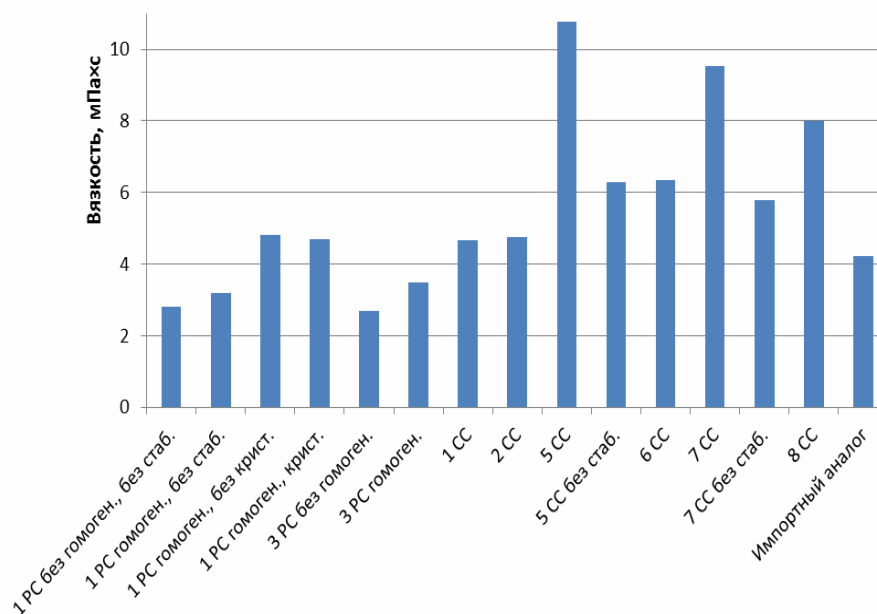


Рис. 4. Вязкость (конечная) восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Fig. 4. Viscosity (final) of reduced protein reconstituted dairy products

На базе лаборатории оборудования и технологии молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» была выработана экспериментальная партия восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка для детского питания, включающая в себя образцы, изготовленные из сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка (способ распылительной сушки), сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка (способ сухого смешивания) путем восстановления.

Изучены показатели восстановленных молочных продуктов. Активная и титруемая кислотность исследуемых образцов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Кислотность восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Table 2. Acidity of reduced protein reconstituted dairy products

Кислотность	Наименование образцов														
	1 PC без гомоген., без стаб.	1 PC гомоген., без стаб.	1 PC гомоген., без крист.	1 PC гомоген., крист.	3 PC без гомоген.	3 PC гомоген.	1 CC	2 CC	5 CC	5 CC без стаб.	6 CC	7 CC	7 CC без стаб.	8 CC	Импортный аналог
активная, ед. рН	5,98	5,96	6,01	6,04	6,05	6,32	6,26	6,34	6,26	6,25	6,31	6,56	6,51	6,53	7,49
титруемая, °Т	6,0	6,5	7,0	7,0	4,5	4,0	9,0	6,0	8,0	8,0	5,5	3,5	3,0	2,5	0,0

В процессе выдержки отдельных образцов восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка изменяется их внешний вид, отстаивается верхний слой, консистенция становится неоднородной, что устраняется при перемешивании продукта.

На рис. 5 приведена динамика изменения во времени отстоявшегося верхнего слоя как показателя внешнего вида и консистенции восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка.

На рис. 6 отражены результаты органолептической оценки изготовленных образцов восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка. Максимально возможная суммарная оценка продуктов составляет 10 баллов, которые складываются из оценки следующих показателей: 5 баллов — вкус и запах; 4 балла — внешний вид и консистенция; 1 балл — цвет [4].

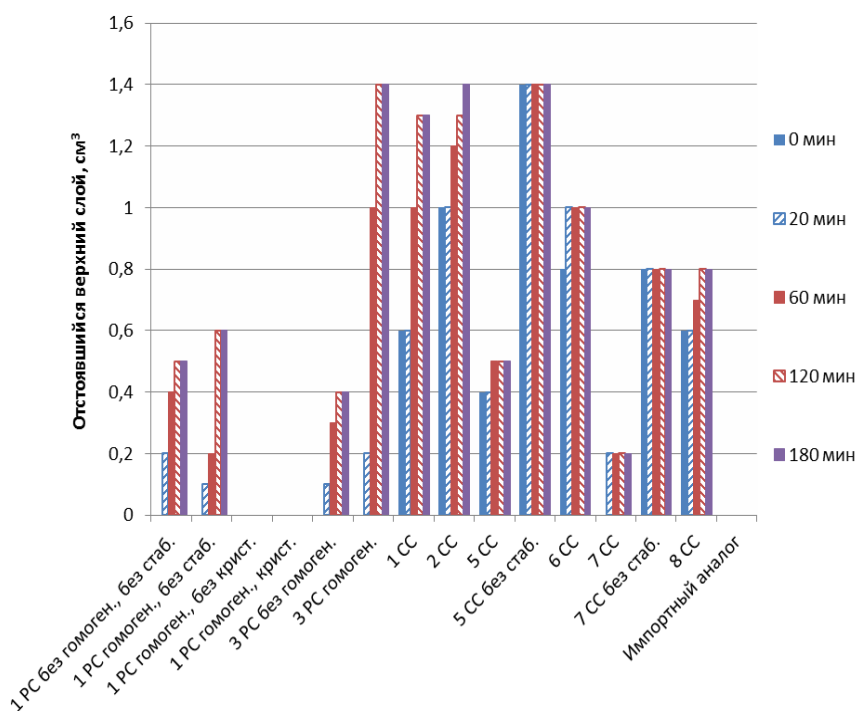


Рис. 5. Изменение внешнего вида и консистенции (отстоявшийся верхний слой) восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Fig. 5. Changes in the appearance and consistency (set-over) of reduced protein reconstituted dairy products

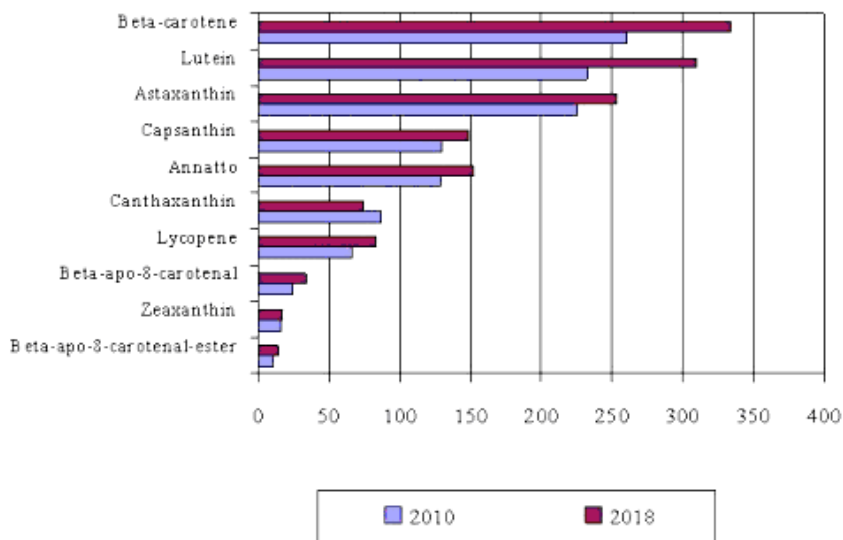


Рис. 6. Органолептическая оценка восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Fig 6. Sensory evaluation of reduced protein reconstituted dairy products

В результате проведения дегустационной оценки полученных продуктов, определено, что экспериментальные образцы восстановленных молочных продуктов, за исключением образцов, в состав которых входит крахмал, превосходят импортный аналог по органолептическим свойствам.

Выводы. Таким образом, учитывая полученные результаты, можно сделать вывод, что для изготовления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка для детского питания, рациональным будет использование технологии распылительной сушки с применением гомогениза-

ции (содержание белка около 3-4%), также подходящим будет изготовление продукта сухим смешиванием, но в этом случае содержание белка составляет около 7-8%, при установленных требованиях не более 10%. При этом рецептурный состав сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка может включать: пермеат, сливки, мальтодекстрин, эмульгатор, стабилизатор.

Список использованных источников

1. Горячко, А. Н. Современные подходы к лечению фенилкетонурии и лейциноза (болезни кленового сиропа): учеб.-метод. пособие / А. Н. Горячко; Министерство здравоохранения Республики Беларусь, БГМУ. — Минск, 2011. — 26 с.
2. Письмо №10 от 29.03.2018 г. депутата Палаты Представителей Л. Э. Макариной-Кибак Главе Администрации Президента Республики Беларусь Н.И. Качановой.
3. Официальный интернет-магазин продуктов МакМастер [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://mak-master.ru>. — Дата доступа: 23.06.2020.
4. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. — СПб. : Профессия, 2010. — 653 с.

References

1. Goryachko, A. N. Modern approaches to the treatment of phenylketonuria and leucinos (maple syrup disease): study guide. allowance / A. N. Goryachko; Ministry of Health of the Republic of Belarus, BSMU. — Minsk, 2011. — 26 p.
2. Letter No. 10 of March 29, 2018 from the deputy of the House of Representatives L. E. Makarina-Kibak Head of the Presidential Administration of the Republic of Belarus N. I. Kachanova.
3. Official online store of McMaster products [Electronic resource] — Access mode: <http://mak-master.ru>. — Date of access: 23.06.2020.
4. Merkulova, N. G. Production control in the dairy industry: practical. hands. / N. G. Merkulova, M. Yu. Merkulov, I. Yu. Merkulov. - SPb.: Profession, 2010. — 653 p.

Информация об авторах

Миклукх Инна Викторовна — кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: inmiklukh@mail.ru

Беспалова Екатерина Владимировна — младший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: bespalova-kat@mail.ru

Соколовская Людмила Николаевна — кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sokolovskaya_LN@tut.by

Артюх Юлия Александровна — председатель Белорусского республиканского общественного объединения помощи детям больным фенилкетонурией «Будущее без границ» (220064, Минская обл., Минский р-н, Сеницкий с/с, д. Копиевичи, юго-восточнее, здание производственно-техническое со встроенными офисными и складскими помещениями ПК ООО КАМКОС, офисное помещение №4). E-mail: pku.org@tut.by

Information about authors

Miklukh Inna V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Laboratory of Equipment and Technologies for Milk Canning Production at the Institute of Meat and Dairy Industry RUE (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: inmiklukh@mail.ru

Bespalova Ekaterina V. — Junior Researcher, Laboratory of Equipment and Technologies for Dairy Canned Production, RUE “Institute of Meat and Dairy Industry” (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bespalova-kat@mail.ru

Sokolovskaya Lyudmila N. — Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Equipment and Technologies for Milk Canning Production at the Institute of Meat and Dairy Industry RUE (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sokolovskaya_LN@tut.by

Artsiukh Ylia A. — Manager of Belarusian Republican Public Association for Helping Children with Phenylketonuria «The Future without Borders» (220064, Minsk region, Minsk district, senitsky s/s, Kopievichi village, South-East, industrial and technical building with built-in office and warehouse premises, KAMKOS LLC, office space no. 4). E-mail: pku.org@tut.by