DOI 10.21603/2074-9414-2018-1-85-90
УДК 637.14

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

И. А. Смирнова, Н. Ю. Гутов*, А. А. Лукин

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

**e-mail: gutov.nik@yandex.ru*

Дата поступления в редакцию: 27.09.2017
Дата принятия в печать: 16.03.2018

© И. А. Смирнова, Н. Ю. Гутов, А. А. Лукин, 2018

Аннотация. Появление молочных продуктов, обогащенных молочно-белковыми концентратами, связано с низким уровнем потребления белка населением. В статье представлены результаты исследования состава двух образцов молочно-белковых концентратов – Promilk 852 FBI и Promilk Kappa Optimum с целью дальнейшего применения их в производстве молочных продуктов. Определены фракции белков молочно-белковых концентратов с применением величины молекулярного веса. В результате электрофоретического разделения фракций белков методом свободного электрофореза с помощью ячейки для электрофореза MINI-PROTEAN получена исходная электрофореграмма. В изученных образцах идентифицировано количество фракций сывороточных белков и казеина. Рассчитаны абсолютные значения фракций сывороточных белков и казеина в образцах молочно-белковых концентратов. На основании полученных значений фракций сывороточных белков и казеина определено их процентное содержание в молочно-белковых концентратах. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что исследованные образцы молочно-белковых концентратов могут быть использованы в производстве молочных продуктов в качестве дополнительного компонента для повышения пищевой ценности готового продукта.

Ключевые слова. Молочный белок, казеин, сывороточные белки, фракционирование белков, молочно-белковый концентрат

Для цитирования: Смирнова, И. А. Изучение состава молочно-белковых концентратов / И. А. Смирнова, Н. Ю. Гутов, А. А. Лукин // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 85–90. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-85-90.

RESEARCH OF COMPOSITION OF MILK PROTEIN CONCENTRATES

I.A. Smirnova, N.Yu. Gutov*, A.A. Lukin

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Stroiteley Blvd, Kemerovo, 650056, Russia

**e-mail: gutov.nik@yandex.ru*

Received: 27.09.2017
Accepted: 16.03.2018

© I.A Smirnova, N.Yu. Gutov, A.A. Lukin, 2018

Abstract. Emergence of the dairy products enriched with milky proteinaceous concentrates is connected with low level of consumption of protein the population. Results of a research of structure of two samples of milk protein concentrates – Promilk 852 FBI and Promilk Kappa Optimum for the purpose of their further application in production of dairy products are presented in article. Fractions of proteins of milk protein concentrates with use of size of molecular weight are defined. As a result of electrophoretic division of fractions of proteins the method of a free electrophoresis by means of a cell for an electrophoresis of MINI-PROTEAN has received an initial electrophoregram. In the studied samples the number of fractions of serumal proteins and casein is identified. Absolute values of fractions of serumal proteins and casein in samples of milk protein concentrates are calculated. On the basis of the received values of fractions of serumal proteins and casein their percentage in milk protein concentrates is determined. The received results allow to draw a conclusion that the studied samples of milk protein concentrates can be used in production of dairy products as an additional component for increase in nutrition value of a ready-made product.

Keywords. Milk protein, casein, whey protein, fractionating of proteins, milk protein concentrate

For citation: Smirnova I.A., Gutov N.Yu., Lukin A.A. Research of Composition of Milk Protein Concentrates. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 1, pp. 85–90 (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-85-90.

Введение

В настоящее время на молочном рынке все чаще появляются продукты, произведенные с использованием молочно-белковых концентратов. Данная тенденция связана с нехваткой пищевого белка в питании человека, которая, вероятно, сохранится. В отличие от жиров и углеводов, белки не накапливаются в резерве и не образуются из других пищевых веществ, являясь незаменимой частью пищи. При недостатке белков возникают серьезнейшие нарушения работы желез внутренней секреции, состава крови, ослабление умственной деятельности, замедление роста и развития детей, снижение сопротивляемости к инфекциям.

Как источник энергии белки имеют второстепенное значение, поскольку могут быть заменены жирами и углеводами. В зависимости от аминокислотного состава выделяют полноценные (содержащие все восемь незаменимых аминокислот) и неполноценные белки. Источником первых являются мясо, рыба, птица, яйца и молочные продукты. Растительная пища содержит в основном неполноценные белки. При организации питания следует учитывать, что из белков животных продуктов в кишечнике всасывается более 90 % аминокислот, из растительных – 60–80 %. Наиболее быстро перевариваются белки молочных продуктов и рыбы, затем мяса (говядины быстрее, чем свинины и баранины), далее хлеба и круп, причем быстрее – белки пшеничного хлеба из муки высших сортов и манной крупы. Последнее имеет большое значение для лечебных диет, но не для питания здорового человека. Рациональное питание подразумевает сочетание животных и растительных продуктов, улучшающее сбалансированность аминокислот. Вреден длительный избыток белка в питании, ведущий к перегрузке печени и почек продуктами его распада, перенапряжению секреторной функции пищеварительного аппарата, усилению гнилостных процессов в кишечнике, накоплению продуктов азотистого обмена со сдвигом кислотно-основного состояния организма в кислую сторону. Поэтому при недостаточности почек и печени, подагре и некоторых других заболеваниях потребление белка ограничивают или даже временно исключают [1].

Белки или протеины (от греч. *protos* – первый) – высокомолекулярные полимерные соединения, построенные из аминокислот. В их состав входит около 53 % углерода, 7 % водорода, 22 % кислорода, 15–17 % азота и от 0,3 до 3 % серы. В некоторых белках присутствуют фосфор, железо и другие элементы [2, 14].

Все белки, в зависимости от их строения и свойств, делятся на две группы: простые и сложные. Простые белки (альбумины, глобулины) состоят только из аминокислот, в молекуле сложных белков помимо белковой части имеются соединения небелковой природы. Например, липопротеины кроме белка содержат липиды, гликопротеины – углеводы, фосфопротеины – фосфорную кислоту и пр. [3].

Цель данного исследования: проведение анализа состава двух образцов молочно-белковых концентратов – Promilk 852 FBI и Promilk Kappa Optimum с целью применения их в производстве молочных продуктов. Для этого были идентифицированы фракции белков методом электрофоретического разделения с использованием величин молекулярного веса, а также определены абсолютные значения белков в изученных образцах молочно-белковых концентратов [4].

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются молочно-белковые концентраты, которые изучены в лаборатории научно-образовательного центра Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета). Фракционирование белков выполнено с помощью ячейки для электрофореза MINI-PROTEAN двух наименований молочно-белковых концентратов: Promilk 852 FBI и Promilk Kappa Optimum.

Метод свободного электрофореза, детально разработанный лауреатом Нобелевской премии А. Тизелиусом, основан на различии в скорости движения (подвижности) белков в электрическом поле, которая определяется величиной заряда белка при определенных значениях pH и ионной силы раствора. В настоящее время более широкое распространение получили методы зонального электрофореза белков на различных носителях, в частности на твердых поддерживающих средах: гелях крахмала и полиакриламида, целлюлозе. Преимущества их, по сравнению с методом свободного электрофореза, состоят в том, что исключается размывание границы белок – растворитель в результате диффузии и конвекции, не требуется налаживания сложной аппаратуры для определения положения границы, а для анализа необходимо небольшое количество белка [5].

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 показана исходная электрофореграмма исследованных образцов молочно-белковых концентратов. Линии 2 и 3 относятся к МБК Promilk 852 FBI и Promilk Kappa Optimum соответственно.

При обработке данных рис. 1 получена электрофореграмма с различными величинами молекулярного веса, которые определены электрофорезом исследованных образцов молочно-белковых концентратов в результате разделения фракций МБК методом свободного электрофореза.

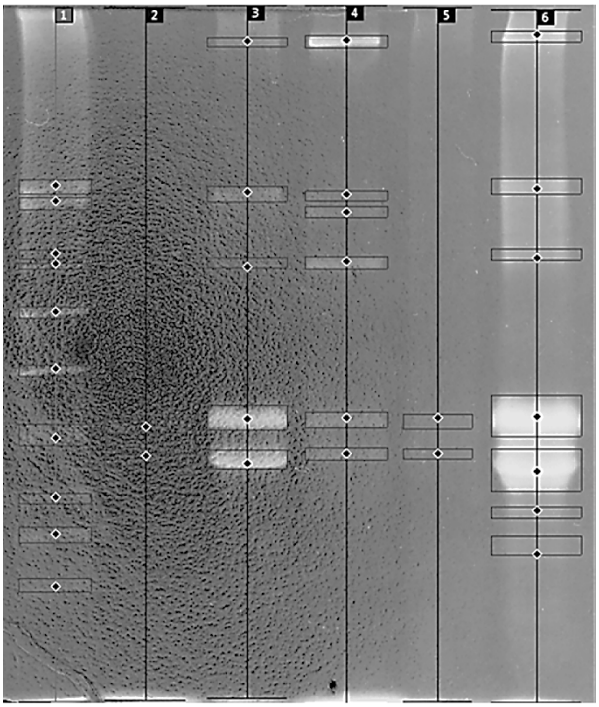

Рисунок 1 – Исходная электрофореграмма образцов

Figure 1 – Initial electrophoregram of the samples

На рис. 2 показана обработанная в программе TotalLab™ Quant v12.3 электрофореграмма исследованных образцов МБК: Promilk 852 FBI и Promilk Kappa Optimum.

Анализируя рис. 2, можно определить молекулярный вес каждой фракции белка в каждом образце молочно-белкового концентрата.

По результатам исследования получены следующие результаты, отражающие величину молекулярного веса фракций белка, представленные в табл. 1 и 2.

Определение молекулярного веса позволяет идентифицировать различные белки по фракциям.

С использованием данных табл. 1 белки молочно-белкового концентрата Promilk 852 FBI разделены на следующие фракции:

– α_{s2}-казеин, соответствующий, по справочным данным, молекулярной массе 26,268 кДа;

– α_{s1}-казеин, соответствующий, по справочным данным, молекулярной массе 23,347 кДа.

Вышеупомянутые фракции относятся к фракциям казеина [6].

Анализ данных табл. 2 позволяет идентифицировать фракции белков молочно-белкового концентрата Promilk Kappa Optimum:

– иммуноглобулин M, соответствующий, по справочным данным, молекулярной массе 1152,5 кДа;

– иммуноглобулин D, соответствующий, по справочным данным, молекулярной массе 180,652 кДа;

– альбумин сыворотки крови, соответствующий, по справочным данным, молекулярной массе 49,705 кДа.

Вышеупомянутые белки относятся к фракциям сывороточных белков [7].

На следующем этапе идентифицированы фракции казеина с использованием данных табл. 2:

– α_{s2}-казеин, соответствующий, по справочным данным, молекулярной массе 26,93 кДа;

– α_{s1}-казеин, соответствующий, по справочным данным, молекулярной массе 22,557 кДа;

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что молочно-белковый концентрат Promilk 852 FBI содержит две фракции казеина (α_{s2}-казеин, α_{s1}-казеин). Фракций сывороточных белков в данном молочно-белковом концентрате не выявлено [8].

Молочно-белковый концентрат Promilk Kappa Optimum содержит три фракции сывороточных белков (иммуноглобулин M, иммуноглобулин D, альбумин сыворотки крови) и две фракции казеина (α_{s2}-казеин, α_{s1}-казеин).

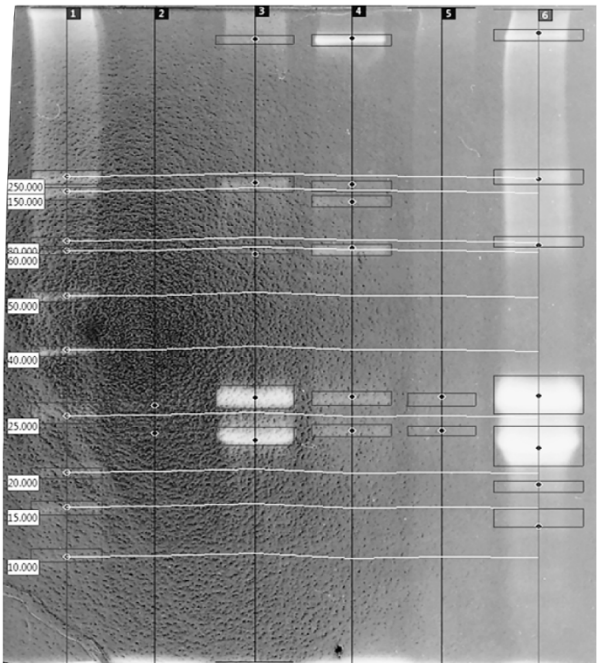

Рисунок 2 – Электрофореграмма, обработанная в программе TotalLab™ Quant v12.3

Figure 2 – Electrophoregram processed in TotalLab™ Quant v12.3

Таблица 1 – Молекулярный вес фракций белка МБК Promilk 852 FBI

Table 1 – Molecular weight of the fractions of protein MPC Promilk 852 FBI

Наименование продукта	Номер полосы	Молекулярный вес, кДа
Promilk 852 FBI	1	26,268
	2	23,347

Таблица 2 – Молекулярный вес фракций белка МБК Promilk Kappa Optimum

Table 2 – Molecular weight of the fractions of protein MPC Promilk Kappa Optimum

Наименование продукта	Номер полосы	Молекулярный вес, кДа
Образец Promilk Kappa Optimum	1	1152,500
	2	180,652
	3	49,705
	4	26,930
	5	22,557

Исходные данные для расчета абсолютных значений фракций белков молочно-белкового концентрата Promilk 852 FBI представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Данные для расчета абсолютных значений фракций белков МБК Promilk 852 FBI

Table 3 – Data for calculation of absolute values for fractions of protein MPC Promilk 852 FBI

Наименование продукта	Номер полосы	%, от общего содержания казеинов	%, от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка	Общее количество сывороточных белков на 100 г	Общее количество казеина на 100 г	Общее количество белка
Promilk 852 FBI	1	63,12	–	63,12	–	80,39	80,39
	2	36,88	–	36,88			

Таблица 4 – Абсолютные значения фракций казеина МБК Promilk 852 FBI

Table 4 – Absolute values for casein fractions MPC Promilk 852 FBI

Фракция казеина	Абсолютное содержание фракции на 100 г, г/100 г	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания белка
a_{s2}-казеин	50,74	63,12	63,12
a_{s1}-казеин	36,88	36,88	36,88

С использованием данных табл. 3 рассчитаны абсолютные значения фракций казеина. Полученные данные представлены в табл. 4.

По данным табл. 4 можно сделать вывод о том, что наибольшее содержание во фракциях казеина молочно-белкового концентрата Promilk 852 FBI имеет фракция a_{s2}-казеина, а наименьшее значение у a_{s1}-казеина [9].

Исходные данные для расчета абсолютных значений фракций белков молочно-белкового концентрата Promilk Kappa Optimum представлены в табл. 5.

С применением данных табл. 5 вычислены абсолютные значения фракций сывороточных белков. Полученные данные представлены в табл. 6.

По полученным данным (табл. 6) можно сформулировать вывод о наибольшем содержании во фракциях сывороточных белков МБК Promilk Kappa Optimum фракции иммуноглобулина D и наименьшем содержании фракций иммуноглобулина M и альбумина сыворотки крови (0,91 и 0,92 г/100 г соответственно) [10]. Наибольший процент содержания от общего количества белка имеет фракция иммуноглобулина D (7,36 %).

На следующем этапе был произведен расчет фракций казеина МБК Promilk Kappa Optimum с использованием исходных данных табл. 5. Данные представлены в табл. 7.

Таблица 5 – Данные для расчета абсолютных значений фракций сывороточных белков МБК Promilk Kappa Optimum

Table 5 – Data for calculation of absolute values for fractions of whey proteins MPC Promilk Kappa Optimum

Наименование продукта	Номер полосы	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка	Общее количество сывороточных белков на 100 г	Общее количество казеина на 100 г	Общее количество белка
Promilk Kappa Optimum	1	–	11,59	1,11	7,85	73,99	81,84
	2	–	76,69	7,36			
	3	–	11,72	1,12			
	4	56,73	–	51,29			
	5	43,27	–	39,12			

Таблица 6 – Абсолютные значения фракций сывороточных белков МБК Promilk Kappa Optium

Table 6 – Absolute values for fractions of whey proteins MPC Promilk Kappa Optium

Фракция сывороточных белков	Абсолютное содержание фракции на 100 г, г/100 г	% от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка
Иммуноглобулин M	0,91	11,59	1,11
Иммуноглобулин D	6,02	76,69	7,36
Альбумин сыворотки крови	0,92	11,72	1,12

Таблица 7 – Абсолютные значения фракций казеина МБК Promilk Kappa Optimum

Table 7 – Absolute values for fractions of casein MPC Promilk Kappa Optimum

Фракция казеина	Абсолютное содержание фракции на 100 г, г/100 г	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания белка
a_{s2}-казеин	41,97	56,73	51,28
a_{s1}-казеин	32,02	43,27	39,13

По данным табл. 7 можно сделать вывод о наибольшем содержании во фракциях казеина молочно-белкового концентрата Promilk Kappa Optimum фракции α_{s2}-казеина и наименьшем содержании фракции α_{s1}-казеина. Самую большую величину процента от общего содержания белка имеет фракция a_{s2}-казеина (51,28 %) [11, 12].

Процентное содержание сывороточных белков и казеинов от общего количества белка в молочно-белковых концентратах Promilk 852 FBI и Promilk Kappa Optimum представлено в табл. 8.

Таблица 8 – Процентное содержание сывороточных белков и казеинов МБК Promilk 852 FBI и Promilk Kappa Optimum

Table 8 – Percentage of whey proteins and caseins MPC Promilk 852 FBI and Promilk Kappa Optimum

	Promilk 852 FBI	Promilk Kappa Optimum
% содержания сывороточных белков от общего содержания белка	–	9,59
% содержания белков-казеинов от общего содержания белка	100	90,41

По данным табл. 8 можно судить о том, что молочно-белковый концентрат Promilk 852 FBI содержит только белки-казеины, а молочно-белковый концентрат Promilk Kappa Optimum обладает высоким содержанием (90,41 %) белков-казеинов. Кроме того, в данном МБК присутствуют сывороточные белки (9,59 %) [13].

Список литературы

1. Удаление β-лактоглобулина из молочной сыворотки с помощью хитозана / А. В. Бакулин [и др.] // Молочная промышленность. – 2012. – № 11. – С. 62–64.

2. Выделение β-лактоглобулина из сыворотки: использование различных форм хитозана / В. П. Варламов [и др.] // Молочная промышленность. – 2013. – № 10. – С. 56–57.

3. Горбатова, К. К. Химия и физика молока / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова. – СПб. : ГИОРД, 2012. – 336 с.

4. Применение технологически функциональных белков «PROCREAM 151C» в производстве мороженого / А. А. Творогова [и др.] // Молочная промышленность. – 2014. – № 7. – 64–65.

5. Мельникова, Е. И. Молочные белки в технологии мороженого / Е. И. Мельникова, А. Н. Пономарев, Е. Е. Попова // Молочная промышленность. – 2012. – № 12. – С. 64–65.

6. Лосев, А. Н. Кисломолочный напиток с микропартикулятом сывороточных белков / А. Н. Лосев, Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Пищевая промышленность. – 2015. – № 12. – С. 36–38.

7. Дымар, О. В. Технологические аспекты использования микропартикулятов сывороточных белков при производстве молочных продуктов / О. В. Дымар // Молочная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 18–21.

8. Функциональные ингредиенты на основе молочной сыворотки в производстве маржинальных молочных продуктов / В. С. Сомов [и др.] // Молочная промышленность. – 2014. – № 8. – С. 54–55.

9. The β-lactoglobulin content of bovine milk: Development and application of a biosensor immunoassay / H. E. Indyk [et al.] // International Dairy Journal. – 2017. – Vol. 73 – P. 68–73. DOI: 10.1016/j.idairyj.2017.05.010.

10. Bansal, N. Feasibility study of lecithin nanovesicles as spacers to improve the solubility of milk protein concentrate powder during storage / N. Bansal, T. Truong, B. Bhandari // Dairy Science & Technology. – 2017. – Vol. 96, iss. 6. – P. 861–872. DOI: 10.1007/s13594-016-0307-0.

11. Banach, J. C. Particle size of milk protein concentrate powder affects the texture of high-protein nutrition bars during storage / J. C. Banach, S. Clark, B. P Lamsal // Food Science. – 2017. – Vol. 82, iss. 4. – P. 913–921. DOI: 10.1111/1750-3841.13684.

12. Effect of denatured whey protein concentrate and its fractions on rennet-induced milk gels / V. Perreault [et al.] // International Dairy Journal. – 2017. – Vol. 64. – P. 48–55. DOI: 10.3168/jds.2016-12473.

13. Acid gelation of reconstituted milk protein concentrate suspensions: Influence of lactose addition / G. H. Meletharayil [et al.] // International Dairy Journal. – 2016. – Vol. 61. – P. 107–113. DOI: 10.1016/j.idairyj.2016.04.005.

14. Просеков, А. Ю. Теоретическое обоснование и технологические принципы формирования молочных пенообразных дисперсных систем : дис. … д-ра техн. наук : 05.18.04 / Просеков Александр Юрьевич. – Кемерово, 2004. – 450 с.

15. Просеков, А. Ю. Физико-химические основы получения пищевых продуктов с пенной структурой / А. Ю. Просеков. – Кемерово : КемТИПП, 2001. – 172 с.

References

1. Bakulin A.V., Lopatin S.A., Shcherbinina T.S., et al. Udalenie β-laktoglobulina iz molochnoy syvorotki s pomoshch'yu khitozana [Removal of β-lactoglobulin from whey by means of chitosan]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 11, pp. 62–64.

2. Varlamov V.P., Shcherbinina T.S, Bakulin A.V., et al. Vydelenie β-laktoglobulina iz syvorotki: ispol'zovanie razlichnykh form khitozana [Selection of β-lactoglobulin from serum: use of various forms of chitosan]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2013, no. 10, pp. 56–57.

3. Gorbatova K.K., Gun'kova P.I. *Khimiya i fizika moloka* [Chemistry and physics of milk]. St. Petersburg: GIORD Publ., 2012. 336 p.

4. Tvorogova A.A. Primenenie tekhnologicheski funktsional'nykh belkov "PROCREAM 151C" v proizvodstve morozhenogo [Using Technoligically Functional Proteins "PROCREAM 151C" in Ice Cream Production]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 7, pp. 64–65.

5. Melnikova E.I., Ponomarev A.N., Popova E.E. Milk Proteins in Ice Cream Production Technology. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 12, pp. 64–65.

6. Losev A.N., Mel'nikova E.I., Stanislavskaya E.B. Kislomolochnyy napitok s mikropartikulyatom syvorotochnykh belkov [Dairy drink with mikropartikulyaty serumal proteins]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2015, no. 12, pp. 36–38

7. Dymar O.V. Tekhnologicheskie aspekty ispol'zovaniya mikropartikulyatov syvorotochnykh belkov pri proizvodstve molochgykh produktov [Technological aspects of use of mikropartikulyat of serumal proteins by production the molochgykh of products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 6, pp. 19–21.

8. Somov V.S., Omarov M.N., Zolotoreva M.S., Evdokimova I.A. Funktsional'nye ingredienty na osnove molochnoy syvorotki v proizvodstve marzhinal'nykh molochnykh produktov. [The functional ingredients on the basis of whey in production of marginal dairy products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 8, pp. 54–55.

9. Indyk H.E., Hart S., Meerkerk Th., Brendon D.G., Woollard D.C. The β-lactoglobulin content of bovine milk: Development and application of a biosensor immunoassay. *International Dairy Journal*, 2017, vol. 73, pp. 68–73. DOI: 10.1016/j.idairyj.2017.05.010.

10. Bansal N., Truong T., Bhandari B. Feasibility study of lecithin nanovesicles as spacers to improve the solubility of milk protein concentrate powder during storage. *Dairy Science & Technology*, 2017, vol. 96, iss. 6, pp. 861–872. DOI: 10.1007/s13594-016-0307-0.

11. Banach J.C., Clark S., Lamsal B.P. Particle Size of Milk Protein Concentrate Powder Affects the Texture of High-Protein Nutrition Bars During Storage. *Food Science*, 2017, vol. 82, iss. 4, pp. 913–921. DOI: 10.1111/1750-3841.13684.

12. Perreault V., Morin P., Pouliot Y., Brittend M. Effect of denatured whey protein concentrate and its fractions on rennet-induced milk gels. *International Dairy Journal*, 2017, vol. 64, pp. 48–55. DOI: 10.3168/jds.2016-12473.

13. Meletharayil G.H., Patel H.A., Metzger L.E., Huppertz T. Acid gelation of reconstituted milk protein concentrate suspensions: Influence of lactose addition. *International Dairy Journal*, 2016, vol. 61, pp. 107–113. DOI: 10.1016/j.idairyj.2016.04.005.

14. Prosekov A.Yu. *Teoreticheskoe obosnovanie i tekhnologicheskie printsipy formirovaniya molochnykh penoobraznykh dispersnykh sistem*. *Diss. dokt. tekhn. nauk* [Theoretical justification and technological principles of developing milky foamy disperse systems. Dr. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2004. 450 p.

15. Prosekov A.Yu. *Fiziko-khimicheskie osnovy polucheniya pishchevykh produktov s pennoy strukturoy* [Physical and chemical basis for obtaining food products with foamy structure]. Kemerovo: KemIFST Publ., 2001. 172 p.

Смирнова Ирина Анатольевна
д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-58

Irina A. Smirnova
Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Stroiteley Blvd, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-58

Гутов Николай Юрьевич
аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: gutov.nik@yandex.ru

Nikolay Yu. Gutov
Postgraduate Student of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Stroiteley Blvd, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: gutov.nik@yandex.ru

Лукин Андрей Андреевич
аспирант кафедры биотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: ONION07@gmail.com

Andrey A. Lukin
Postgraduate Student of the Department of Biotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Stroiteley Blvd, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: ONION07@gmail.com