

УДК 637.14

## ИЗУЧЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

И.А. Смирнова, Н.Ю. Гутов\*, А.В. Юрташкина

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: 20.04.2017

Дата принятия в печать: 16.05.2017

**Аннотация.** В настоящее время на рынке молочных продуктов появляются продукты, обогащенные молочными белковыми концентратами, с целью повышения уровня потребления белка населением. В работе представлены результаты исследования состава двух образцов молочных белковых концентратов – Неопролакт У (1) и Promilk Кappa Optimum 85 с целью дальнейшего применения их в производстве молочных продуктов. Идентифицированы фракции белков молочных белковых концентратов с использованием величины молекулярного веса. В результате электрофоретического разделения фракций белков методом свободного электрофореза с помощью ячейки для электрофореза MINI-PROTEAN получена исходная электрофореграмма. В исследованных образцах идентифицировано количество фракций сывороточных белков и казеина. Определены абсолютные значения фракций сывороточных белков и казеина в образцах молочных белковых концентратов. На основании полученных абсолютных значений фракций сывороточных белков и казеина рассчитано их процентное содержание в молочных белковых концентратах. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что исследованные образцы молочных белковых концентратов могут быть использованы в производстве молочных продуктов в качестве дополнительного компонента с целью повышения пищевой ценности готового продукта.

**Ключевые слова.** Молочный белковый концентрат, молочный белок, казеин, сывороточные белки, фракционирование белков

## STUDYING OF FRACTIONAL COMPOSITION OF MILK-PROTEIN CONCENTRATES FOR THE PURPOSE OF THEIR APPLICATION IN PRODUCTION OF DAIRY PRODUCTS

I.A. Smirnova, N.Yu. Gutov\*, A.V. Yurtashkina

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

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

Received: 20.04.2017

Accepted: 16.05.2017

**Abstract.** Now, in order to increase the level of consumption of protein by population there appear food products enriched with milk-protein concentrates in the market of dairy products. The article deals with the results of the research on the composition of two samples of milk protein concentrates – Neoprolakt U (1) and Promilk Kappa Optimum 85 for the purpose of their further application in production of dairy products. Fractions of proteins of milk-protein concentrates have been identified using the value of molecular weight. The initial electrophoregram has been obtained as a result of electrophoretic fractionation of proteins with the method of free electrophoresis by means of a MINI-PROTEAN cell for electrophoresis. The number of fractions of whey proteins and casein has been identified in the studied samples. Absolute values of fractions of whey proteins and casein in the samples of milk-protein concentrates have been defined. On the basis of the obtained absolute values of fractions of whey proteins and casein their percentage in milk-protein concentrates has been calculated. The obtained results allow us to conclude that the studied samples of milk-protein concentrates can be used in production of dairy products as an additional component in order to increase nutritive value of the finished product.

**Keywords.** Milk-protein concentrate, milk protein, casein, whey proteins, fractionation of proteins

### Введение

Получение концентрата молочного белка или молочного белкового концентрата осуществляется из обезжиренного молока с применением методов ультрафильтрации/диафильтрации. В процессе ультрафильтрации обезжиренное молоко разделя-

ется на ультраконцентрат (ретентат), который обогащен белками молока, и ультрафильтрат (пермеат), в основном состоящий из воды и низкомолекулярных веществ молока: лактозы, витаминов, макро- и микроэлементов. Распылительной сушкой ультраконцентрата получают молочные белковые

концентраты. В процессе диафильтрации используется разбавление ультраконцентрата водой и его повторная ультрафильтрация.

Белки в МБК представлены белковыми комплексами из казеина и сывороточных белков. Казеин в концентрате молочного белка присутствует в мицеллярной форме, которая похожа на форму казеинов в молоке, а сывороточные белки находятся в нативной или денатурированной форме. Поскольку связанные с белком минеральные вещества при ультрафильтрации не отделяются, содержание золы молочно-белковых концентратов достаточно высокое (7–8 %). Содержание белка в МБК может составлять величину от 42 до 85 % в зависимости от вида МБК [3].

Молочные белковые концентраты имеют ярко выраженный молочный вкус. Основными областями их применения являются, прежде всего, производство сыров и творога, в т.ч. зерненого. Их применение допускается также в производстве йогурта, сметаны, других молочных продуктов, майонезов, других соусов [2].

**Целью** данного исследования явилось проведение анализа состава двух образцов молочно-белковых концентратов – Неопролакт У (1) и Promilk Карра Optimum 85 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.

#### Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются молочно-белковые концентраты, которые были изучены в лаборатории научно-образовательного центра Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета). Фракционирование белков было выполнено с помощью ячейки для электрофореза MINI-PROTEAN двух наименований молочно-белковых концентратов: «Неопролакт У (1)» и «Promilk Карра Optimum 85».

Метод свободного электрофореза заключается на различии в скорости движения (подвижности) белков в электрическом поле, которая определяется величиной заряда белка при определенных значениях pH и ионной силы раствора.

#### Результаты и их обсуждение

На рис. 1 показан пример исходной электрофореграммы образца молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) и Promilk Карра Optimum 85.

При анализе данных рис. 1 получена электрофореграмма с величинами молекулярного веса, определенными в исследованных образцах молочно-белковых концентратов в результате электрофоретического разделения фракций белков.

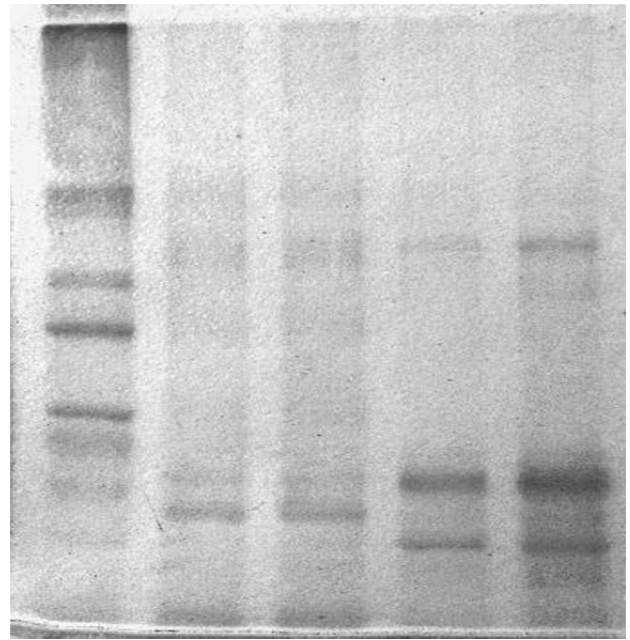


Рис. 1. Исходная электрофореграмма образцов

На рис. 2 показана электрофореграмма, обработанная в программе TotalLab™ Quant v12.3

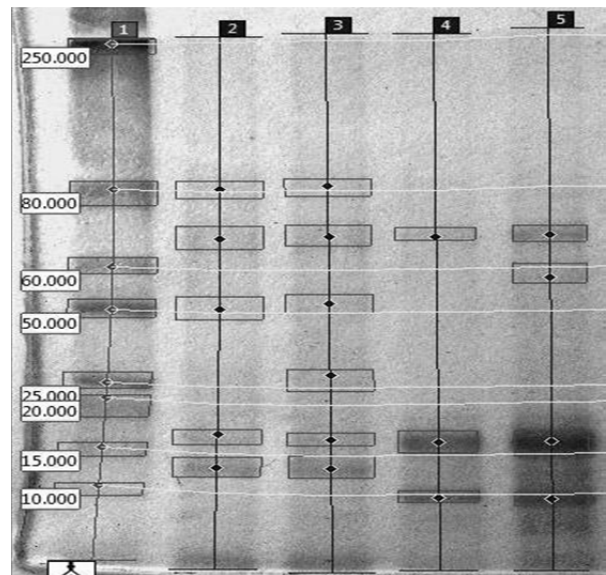


Рис. 2. Электрофореграмма, обработанная в программе TotalLab™ Quant v12.3

В обработанной электрофореграмме полосы 2 и 3 соответствуют МБК Неопролакт У (1), а полосы 4 и 5 относятся к МБК Promilk Карра Optimum 85. Полоса 1 является маркером.

Анализируя рис. 2, можно определить молекулярный вес каждой фракции белка в образцах молочно-белковых концентратов.

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

Таблица 1

Молекулярный вес фракций белка МБК Неопролакт У (1)

Наименование продукта	Номер полосы	Молекулярный вес, кДа
Образец Неопролакт У (1) (линия 2, 4)	1	80,000
	2	64,373
	3	50,110
	4	27,075
	5	15,521
	6	12,458

Таблица 2

Молекулярный вес фракций белка МБК Promilk Карра Optimum 85

Наименование продукта	Номер полосы	Молекулярный вес, кДа
Образец Promilk Карра Optimum 85 (линия 4, 5)	1	65,166
	2	57,935
	3	15,387
	4	8,407

Определение молекулярного веса позволяет идентифицировать различные белки по фракциям.

С использованием данных табл. 1 белки молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) разделены на следующие фракции:

- $\beta$ -лактоглобулин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 80,000 кДа;
- $\alpha$ -лактальбумин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 64,373 кДа;
- иммуноглобулин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 50,110 кДа.

Вышеупомянутые белки относятся к фракциям сывороточных белков [2].

На следующем этапе идентифицированы фракции казеина с использованием данных табл. 1:

- $\alpha_{s1}$ -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 27,075 кДа;
- $\alpha_{s2}$ -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 15,521 кДа;
- $\beta$ -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 12,458 кДа.

Анализ данных табл. 2 позволяет идентифицировать фракции белков молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85:

- $\beta$ -лактоглобулин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 65,166 кДа;
- $\alpha$ -лактальбумин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 57,935 кДа.

Вышеперечисленные белки относятся к фракциям сывороточных белков [4].

При анализе данных из молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 выделены следующие фракции казеина:

- $\alpha_{s1}$ -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 15,387 кДа;
- $\alpha_{s2}$ -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 8,407 кДа [4].

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что молочно-белковый концентрат Неопролакт У (1) содержит 3 фракции сывороточных белков ( $\beta$ -лактоглобулин,  $\alpha$ -лактальбумин, иммуноглобулин) и 3 фракции казеина ( $\alpha_{s1}$ -казеин,  $\alpha_{s2}$ -казеин,  $\beta$ -казеин).

Молочно-белковый концентрат Promilk Карра Optimum 85 содержит 2 фракции сывороточных белков ( $\beta$ -лактоглобулин,  $\alpha$ -лактальбумин) и 2 фракции казеина ( $\alpha_{s1}$ -казеин,  $\alpha_{s2}$ -казеин).

Результаты расчета абсолютных значений фракций белков молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) представлены в табл. 3.

Таблица 3

Данные для расчета абсолютных значений фракций белков МБК Неопролакт У (1)

Наименование продукта	Номер полосы	%, от общего содержания казеинов	%, от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка	Содержание сывороточных белков на 100 г	Содержание казеина на 100 г	Содержание белка г/100 г
Образец Неопролакт У (1) (линия 2, 4)	1	-	25,20	11,03	4,06	5,22	9,28
	2	-	51,50	22,54			
	3	-	23,30	10,20			
	4	17,61	-	9,90			
	5	13,86	-	7,79			
	6	68,53	-	38,54			

Таблица 4

Абсолютные значения фракций сывороточных белков МБК Неопролакт У (1)

Фракции сывороточных белков	Абсолютное содержание фракции на 100г, г/100г	% от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка
$\beta$ -лактальбумин	1,023	25,2	11,02
$\alpha$ -лактальбумин	2,079	51,2	22,40
иммуноглобулин	0,946	23,3	10,19

С использованием данных табл. 3 были рассчитаны абсолютные значения фракций сывороточных белков. Полученные данные представлены в табл. 4.

По данным табл. 4 можно сделать вывод о том, что наибольшее содержание во фракциях сывороточных белков молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) имеет фракция  $\alpha$ -лактальбумина, а наименьшее значение у иммуноглобулина. Наибольший процент от общего содержания белка (22,40 %) имеет фракция  $\alpha$ -лактальбумина.

Абсолютные значения фракций казеина молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) представлены в табл. 5.

Таблица 5

Абсолютные значения фракций казеина  
МБК Неопролакт У (1)

Фракции казеина	Содержание фракции на 100г, г/100г	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания белка
$\alpha_{s1}$ -казеин	0,919	17,61	9,90
$\alpha_{s2}$ -казеин	0,723	13,86	7,79
$\beta$ -казеин	3,577	68,53	38,55

По данным табл. 5 можно сделать вывод о том, что наибольшее содержание во фракциях казеинов молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) имеет фракция  $\beta$ -казеина, наименьшее значение у  $\alpha_{s2}$ -казеина. Самый высо-

кий процент от общего содержания белка (38,55 %) имеет фракция  $\beta$ -казеина [5].

Результаты расчета абсолютных значений фракций белков молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 представлены в табл. 6.

С использованием данных табл. 6 были рассчитаны абсолютные значения фракций сывороточных белков. Полученные данные представлены в табл. 7.

По данным табл. 7 можно сделать вывод о том, что наибольшее количество во фракциях сывороточных белков молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 имеет фракция  $\beta$ -лактальбумина, а наименьшее значение у  $\alpha$ -лактальбумина. Наибольшим процентом от общего содержания белка (21,11 %) обладает фракция  $\beta$ -лактальбумина [6].

Абсолютные значения фракций казеина молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 представлены в табл. 8.

Таблица 6

Данные для расчета абсолютных значений фракций белков МБК Promilk Карра Optimum 85

Наименование продукта	Номер полосы	%, от общего содержания казеинов	%, от общего содержания сывороточных белков	%, от общего содержания белка	Содержание сывороточных белков на 100 г	Содержание казеина на 100 г	Содержание белка, г/100 г
Образец Promilk Карра Optimum 85 (линия 4, 5)	1	-	75,76	21,11	21,76	56,32	78,08
	2	-	24,24	6,75			
	3	79,54	-	57,38			
	4	20,46	-	14,76			

Таблица 7

Абсолютные значения фракций сывороточных белков МБК Promilk Карра Optimum 85

Фракции сывороточных белков	Абсолютное содержание фракции на 100г, г/100г	% от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка
$\beta$ -лактальбумин	16,485	75,76	21,11
$\alpha$ -лактальбумин	5,275	24,24	6,76

Таблица 8

Абсолютные значения фракций казеина  
МБК Promilk Карра Optimum 85

Фракции казеина	Абсолютное содержание фракции на 100г, г/100г	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания белка
$\alpha_{s1}$ -казеин	44,797	79,54	57,37
$\alpha_{s2}$ -казеин	11,523	20,46	14,76

Анализируя данные табл. 8, можно сделать вывод о том, что наибольшее содержание во фракциях казеинов молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 имеет фракция  $\alpha_{s1}$ -казеина, наименьшее значение у  $\alpha_{s2}$ -казеина. Самый высокий процент от общего содержания белка (57,37 %) имеет фракция  $\alpha_{s1}$ -казеина [7].

Процентное содержание сывороточных белков и казеинов от общего количества белка в молочно-

белковых концентратах Неопролакт У (1) и Promilk Карра Optimum 85 представлено в табл. 9.

Таблица 9

Процентное содержание сывороточных белков и казеинов МБК Неопролакт У (1) и Promilk Карра Optimum 85

	Неопролакт У (1)	Promilk Карра Optimum 85
% содержания сывороточных белков от общего содержания белка	43,75	27,87
% содержания казеинов от общего содержания белка	56,25	72,13

По данным табл. 9 можно судить о высоком содержании казеинов (72,13 %) в молочно-белковом концентрате Promilk Карра Optimum 85 [8].

#### Список литературы

1. Удаление  $\beta$ -лактоглобулина из молочной сыворотки с помощью хитозана / А.В. Бакулин, С.А. Лопатин, Т.С. Щербинина, В.П. Варламов, В.П. Курченко, С.Г. Ботина, Е.Ю. Агаркова, В.Д. Харитонов // Молочная промышленность. – 2012. – № 11. – С. 62–64.

2. 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.
3. Выделение  $\beta$ -лактоглобулина из сыворотки: использование различных форм хитозана / В.П. Варламов, Т.С. Щербинина, А.В. Бакулин [и др.] // Молочная промышленность. – 2013. – № 11. – С. 56–57.
4. Применение технологически функциональных белков «PROCREAM 151С» в производстве мороженого / А.А. Творогова, Н.В. Казакова, А.В. Спиридонова [и др.] // Молочная промышленность. – 2014. – № 7. – С. 64–65.
5. Горбатова, К.К. Химия и физика молока / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.
6. Мельникова, Е.И. Применение функциональных молочных белков в технологии мороженого / Е.И. Мельникова, А.Н. Пономарев, Е.Е. Попова // Молочная промышленность. – 2012. – № 12. – С. 64–65.
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 маргинальных молочных продуктов / В.С. Сомов, М.Н. Омаров, М.С. Золоторева, И.А. Евдокимова // Молочная промышленность. – 2014. – № 8. – С. 54–55.

#### References

1. Bakulin A.V., Lopatin S.A., Scherbinina T.S., Varlamov V.P., Kurchenko V.P., Botina S.G., Agarkova E.Yu., Kharitonov V.D. Udalenie  $\beta$ -laktoglobulina iz molochnoy syvorotki s pomoshch'yu khitozana [Development of the method to remove beta-lactoglobulin from milk whey with the aid of chitosan]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 11, pp. 62–64.
2. Losev A.N., Mel'nikova E.I., Stanislavskaya E.B. Kislomolochnyy napitok s mikropartikulyatom syvorotochnykh belkov [Fermented Milk Drink with microparticulate of Whey Protein]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2015, no. 12, pp. 36–38.
3. Varlamov V.P., Shcherbinina T.S., Bakulin A.V., Butkevich T.V., Kurchenko V.P., Kharitonov V.D., Agarkova E.Yu., Botina S.G. Vydelenie  $\beta$ -laktoglobulina iz syvorotki: ispol'zovanie razlichnykh form khitozana [Extraction of beta-lactoglobulin from whey: application of various forms of hitosan]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2013, no. 11, pp. 56–57.
4. Tvorogova A.A., Kazakova N.V., Spiridonova A.V., Alekseeva O.V., Svistun N.N. Primenenie tekhnologicheskii funktsional'nykh belkov «PROCREAM 151S» v proizvodstve morozhenogo [Use of the technologically functional proteins of "PROCREAM 151C"]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 7, pp. 64–65.
5. Gorbatova K.K., Gun'kova P.I. *Khimiya i fizika moloka* [Chemistry and physics of milk]. St. Petersburg: GIORД Publ., 2012. 336 p.
6. Mel'nikova E.I., Ponomarev A.N., Popova E.E. Primenenie funktsional'nykh molochnykh belkov v tekhnologii morozhenogo [Milk proteins in the ice cream technology]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 12, pp. 64–65.
7. Dymar O.V. Tekhnologicheskie aspekty ispol'zovaniya mikropartikulyatov syvorotochnykh belkov pri proizvodstve molochnykh produktov [Technological aspects of applying microparticulates of whey proteins at milk products manufacturing]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 6, pp. 18–21.
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 [Functional ingredients on the basis of milk whey in the manufacturing of marginal milk products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 8, pp. 54–55.

#### Дополнительная информация / Additional Information

Смирнова, И.А. Изучение фракционного состава молочно-белковых концентратов с целью их применения в производстве молочных продуктов / И.А. Смирнова, Н.Ю. Гутов, А.В. Юрташкина // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 69–74.

Smirnova I.A., Gutov N.Yu., Yurtashkina A.V. Studying of fractional composition of milk-protein concentrates for the purpose of their application in production of dairy products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 69–74 (In Russ.).

##### 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

##### 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, тел.: +7 (3842) 39-68-58, e-mail: gutov.nik@yandex.ru

##### Юрташкина Анна Викторовна

студент кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

##### 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, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-58

##### Nikolay Yu. Gutov

Postgraduate Student of the Department of technology of milk and dairy products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-58, e-mail: gutov.nik@yandex.ru

##### Anna V. Yurtashkina

Student of the Department of technology of milk and dairy products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia