

УДК 637.344:664.66

О. В. Кочубей-Литвиненко, Е. А. Билык

Национальный университет пищевых технологий

**ХРАНИМОСПОСОБНОСТЬ СУХОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ,
ПОЛУЧЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ,
И ЕЕ ПРИМЕНЕНИИ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ**

Статья посвящена исследованию функционально-технологических свойств и стабильности качества при хранении сухой молочной сыворотки, полученной с использованием электроискровой обработки сырья, а также использованию ее в технологии хлебобулочных изделий. Результаты исследований представлены в сравнительном аспекте с показателями сухой сыворотки, изготовленной с применением различных методов обработки сырья. Установлено, что проведение электроискровой обработки способствует обогащению сыворотки магнием и марганцем. Отмечено, что физико-химические показатели нового продукта отвечали требованиям нормативной документации. Прогнозирование стабильности качества и изучение поведения сухой сыворотки при хранении проводили с учетом разницы температур хранения (T) и стеклования (T_g). Наибольшее значение T_g ($T_g = +18,5^\circ\text{C}$) и, соответственно, наименьшая разность температур $[T - T_g]$ были отмечены у сухой сыворотки, обогащенной магнием и марганцем, что свидетельствует в пользу ее стабильности при хранении. Доказано положительное влияние использования 5% к массе муки обогащенной сыворотки на физико-химические и органолептические показатели качества хлеба пшеничного, а именно: увеличивается удельный объем и удлиняется срок сохранения изделиями свежести. Актуальность представленных исследований заключается в расширении ассортимента сухой молочной сыворотки и улучшителей для хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: сухая молочная сыворотка, пшеничный хлеб, электроискровая обработка, стабильность при хранении.

O. V. Kochubei-Lytvynenko, E. A. Bilyk

National University of Food Technologies

**STORABILITY OF THE WHEY POWDER, OBTAINED USING
ELECTRO SPARK PROCESSING, AND ITS USE IN BAKERY**

The article investigates the functional and technological properties and quality of the storage stability of whey powder prepared using electro spark processing of raw materials, as well as its use in bakery technology. The research results are presented in a comparative perspective with indicators of whey powder manufactured using various materials processing methods. It has been established that the conduct of electro spark processing contributes to the enrichment of whey magnesium and manganese. It is noted that the physico-chemical characteristics of the new product meet the requirements of regulatory documents. Prediction of the quality and stability study of the behavior of whey powder was carried out during storage taking into account differences storage temperatures (T) and glass transition (T_g). The greatest value of T_g ($T_g = +18,5^\circ\text{C}$) and, respectively, the lowest temperature difference $[T - T_g]$ were observed in whey powder enriched in magnesium and manganese, which favors its storage stability. The positive impact of the use of 5% by weight of flour enriched with whey on the physico-chemical and organoleptic parameters of quality of wheat bread, namely: increasing the specific volume and longer term preservation of fresh products. The relevance of submitted research is to expand the range of whey powder and improvers for bakery products.

Key words: whey powder, wheat bread, electro spark processing, storage stability.

Введение. Нехватка сырьевых ресурсов, вопросы экологии вынуждают производителей молочной продукции к рациональному использованию ценного вторичного молочного сырья. Поэтому на протяжении последних лет интерес предприятий молочной промышленности к переработке молочной сыворотки имеет стойкую положительную динамику.

В странах с высокоразвитой молочной промышленностью переработка сыворотки направлена, в первую очередь, на производство продуктов питания. В последние годы неизменно высокими остаются объемы производства сухой

деминерализованной сыворотки, которая отличается от обычной более низким содержанием золы, титруемой кислотностью и приятным сладковатым привкусом. Потребность в сухой деминерализованной сыворотке существенно возросла у предприятий, которые изготавливают мороженое, молочные, мясные, хлебобулочные, кондитерские и другие виды пищевых продуктов.

Молочная сыворотка при производстве хлебобулочных изделий играет роль активатора микрофлоры и интенсификатора процесса тестоприготовления, к тому же ее внесение повышает пищевую ценность готовых изделий,

способствует экономии сырьевых ресурсов и продлению свежести хлебобулочных изделий [1].

В зависимости от способа производства степень деминерализации сыворотки составляет от 25 до 90%. Известно, что при обессоливании наиболее интенсивно удаляются одновалентные ионы (K^+ , Na^+ , Cl^-), обуславливающие вкусовые свойства сыворотки. С повышением уровня обессоливания удаляются анионы фосфорной и лимонной кислот, что, в свою очередь, приводит к диссоциации комплексов и удалению двухвалентных катионов кальция и магния [2–4]. При электродиализе также несколько снижается содержание марганца [2, 4].

Известно, что магний и марганец являются ценными минеральными элементами, необходимыми для функционирования организма человека. Они входят в состав многих ферментов, которые подключаются к обменным процессам [5]. Кроме того, они не только наделяют пищевые продукты функциональными свойствами, но и играют существенную технологическую роль. Например, способны активизировать и стабилизировать действие ферментов дрожжевой клетки [6], способствуют росту молочнокислой микрофлоры [7].

Исходя из вышеизложенного, сухая молочная сыворотка, обогащенная частицами магния и марганца в биодоступной форме, имеет хорошие перспективы как ценный компонент хлебобулочных изделий, способный улучшить их качество. Поэтому наравне с удалением нежелательных, с технологической точки зрения, одновалентных ионов (K^+ , Na^+ , Cl^-) интерес представляет целевое обогащение сыворотки магнием и марганцем.

Предварительными исследованиями установлено, что пополнить содержание Mg и Mn и обогатить молочную сыворотку ценными минеральными элементами можно в процессе объемного электроискрового диспергирования токопроводящих гранул металлов в ее среде [8]. Образование органических соединений металлов с компонентами молочной сыворотки будет способствовать повышению их биологической доступности, так как именно в такой химической форме магний и марганец функционируют в организме человека.

Эффективность использования сухой сыворотки в хлебопечении определяется ее составом, свойствами и хранимоспособностью, поэтому важным этапом научных исследований является определение функционально-технологических свойств и стабильности качества в процессе хранения сухой сыворотки и хлебобулочных изделий, изготовленных с ее использованием.

Целью данной работы было исследование функционально-технологических свойств и стабильности качества сухой сыворотки, вырабо-

танной с использованием электроискровой обработки (ЭИО); изучение влияния данной сухой сыворотки на качество хлебобулочных изделий.

Для достижения поставленной цели решали такие задачи:

- определение свойств сухой сыворотки, обогащенной магнием и марганцем вследствие электроискровой обработки;

- проведение сравнительного анализа полученных результатов со свойствами сухой сыворотки, выработанной из деминерализованного и недеминерализованного сырья;

- изучение стабильности качества сухого продукта при хранении;

- исследование влияния разных видов сухой сыворотки на технологический процесс и качество хлебобулочных изделий.

Исследовали такие виды сухой молочной сыворотки: сухую подсырную сыворотку; сухую деминерализованную сыворотку; сухую сыворотку, обогащенную частицами магния и марганца в процессе электроискровой обработки.

Сухую подсырную сыворотку (далее – СМС) изготавливали по традиционной технологии распылительной сушкой.

Сухую деминерализованную сыворотку получали путем обессоливания подсырной сыворотки на нанофильтрационной (НФ) («GEA», Дания) или электродиализной (ЭД) («MEGA», Чехия) установках с последующей распылительной сушкой. Степень деминерализации сыворотки составляла 40%.

Особенностью получения сухой молочной сыворотки, обогащенной частицами магния и марганца, было проведение электроискровой обработки (ЭИО) деминерализованной сыворотки. Обработку осуществляли на экспериментальном технологическом комплексе [8] при таких параметрах: напряжение зарядки конденсатора – (75 ± 5) В; емкость конденсатора – 100 мкФ; промежуток между гранулами соответствующих металлов – до 0,1 мм; частота импульсов – 0,2–2,0 кГц; экспозиция – 60 с для магниевой электродной системы и 30 с для марганцевой.

В работе применялись стандартные и специальные методы оценки органолептических, физико-химических, физико-механических и функционально-технологических свойств сухой молочной сыворотки и хлеба пшеничного. Для определения различных характеристик объектов исследования использовали действующую нормативную документацию, методы математической и статистической обработки данных.

Основная часть. Под функционально-технологическими свойствами сухих продуктов подразумевали широкий комплекс свойств, обуславливающих их поведение при переработке, транспортировке и хранении.

Содержание металлических элементов определяли на атомно-абсорбционном спектрометре AAS-1N (Carl-Zeiss Jena, Германия). Средний размер частиц сухих продуктов определяли на анализаторе дисперсности частиц Malvern Instruments (Великобритания).

Показатель активности воды (A_w) измеряли на приборе Hygrolab-2 (Rotronic, Швейцария) при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Степень слежививания определяли методом, описанным J. Pisecky [9].

Сравнительный анализ основных показателей сухой молочной сыворотки, изготовленной с использованием различных способов обработки сырья, представлен в табл. 1.

Результаты исследований свидетельствуют об отсутствии негативного влияния электроискрового процесса на качественные показатели сухой сыворотки. Напротив, наравне с увеличением содержания магния и марганца наблюдалось снижение индекса растворимости, уменьшение степени слежививания.

Установлено, что сухая молочная сыворотка, обогащенная магнием и марганцем вследствие электроискровой обработки, по физико-химическим показателям соответствовала требованиям действующих нормативных документов.

Следует отметить, что кроме стабильности к слежививанию частиц образцы сухой молочной сыворотки, изготовленной с использованием электроискровой обработки, положительно отличались от других объектов исследования отсутствием признаков неферментативного потемнения. Они характеризовались наивысшей степенью белизны, которая практически не снижалась при хранении в течение 8 месяцев при температуре $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности не более 80%. Остальным образцам было присуще снижение показателя белизны на 10,5–13,7 усл. ед. в зависимости от вида продукта. Потеря белизны говорит о протекании реакции Майяра, кото-

рая, как известно, не замедляется даже при низком содержании влаги в отличие от других биохимических процессов.

Для продуктов длительного хранения, к которым относятся сухие концентраты из молочной сыворотки, важно объективно и достоверно прогнозировать скорость изменения качественных показателей в процессе хранения. Порча сухих продуктов обусловлена химическими, биохимическими и/или физическими изменениями, в том числе миграцией или потерей влаги, способной привести к слежививанию продукта; ферментативным и неферментативным реакциям, проявляющимся в потемнении продукта (потере белизны) и пр.

В последнее время наравне с понятием активности воды для прогнозирования хранимособности пищевых продуктов широко используется концепция стеклования [10]. Стабильность продукта при хранении базируется на предположении, что он поддерживается в стеклообразном состоянии.

При температурах выше температуры стеклования (T_g) вследствие увеличения молекулярной подвижности и уменьшения вязкости продукта могут проходить процессы окисления, кристаллизации и рекристаллизации, повышение адгезивных свойств, приводящее к изменениям в химическом и физическом состоянии, налипанию частиц на твердую поверхность и слежививанию продукта. Скорость этих изменений определяется разностью между температурой хранения продукта (T) и стеклования (T_g) [10–12]. Известно, что чем меньше разность $[T - T_g]$, тем лучше сохраняется продукт [12]. Температуру стеклования (T_g) определяли в Институте технической теплофизики НАН Украины с помощью дифференциального сканирующего микрокалориметра ДСК-2М (Россия), оснащенного компьютерной программой сбора и обработки информации ThermCap, написанной на языке программирования Delphi.

Таблица 1

Показатели качества сухой молочной сыворотки, полученной с использованием различных способов обработки

Показатели	СМС	СМС, полученная с использованием		
		ЭД	НФ	НФ и ЭИО
Массовая доля влаги, %	5,0	3,6	3,0	2,2
Содержание Mg, г/кг	0,94	0,90	0,93	2,9
Содержание Mn, мг/кг	1,4	0,91	1,1	12,9
Титруемая кислотность, °Т	20,0	11,0	12,0	10,0
Индекс раст-воримости, см ³	0,8	0,2	0,3	0,1
Показатель активности воды (A_w), усл. ед.	0,312	0,245	0,196	0,130
Насыпная плотность, г/см ³	0,544 ± 0,02	0,611 ± 0,01	0,429 ± 0,02	0,376 ± 0,01
Насыпная плотность с уплотнением, г/см ³	0,715 ± 0,03	0,731 ± 0,01	0,533 ± 0,02	0,499 ± 0,02
Средний размер частиц, мкм	74,0	79,7	60,3	63,6
Степень слежививания, %	24,6	17,3	16,4	2,2
Белизна, усл. ед.	72,8	87,8	90,6	97,4

Образцы сначала охлаждали до -50°C со скоростью 16 К/мин. По ДСК-кривым, полученным при нагревании образцов со скоростью 16 К/мин с -50 до $+35^{\circ}\text{C}$, определяли температуру стеклования как среднее значение температурного интервала стеклоперехода.

Учитывая вышеизложенное, в данной работе прогнозирование стабильности качественных показателей и изучение поведения сухой сыворотки при хранении проводили с учетом разницы температур $[T - T_g]$.

Для объектов исследования были получены ДСК-кривые нагревания, по которым определяли температуру стеклования (табл. 2).

Таблица 2

Влагосодержание и температура стеклования образцов сухой молочной сыворотки

Показатели	СМС	СМС, полученная с использованием		
		ЭД	НФ	НФ и ЭИО
Влагосодержание, г/г сух. в.	0,055	0,042	0,044	0,031
T_g , $^{\circ}\text{C}$	+13,0	+6,5	-3,0	+18,5
$[T - T_g]$, $^{\circ}\text{C}$	+7,0	+13,5	+23,0	+1,5

Полученные результаты свидетельствовали об отличии температур стеклования исследуемых образцов. Отмечено, что при нормированных в Украине режимах хранения (от 0 до 20°C) все образцы сухой сыворотки за исключением продукта, изготовленного с использованием ЭИО, находятся преимущественно в резиноподобном состоянии, что может негативно отразиться на стабильности продукта при хранении. Данное предположение подтверждено результатами определения степени слеживания продукта и показателями белизны (табл. 1).

Дальнейшие исследования были посвящены изучению целесообразности использования сухой сыворотки, выработанной с использованием различных методов обработки сырья, в технологии хлебобулочных изделий, в частности хлеба пшеничного. СМС дозировали в количестве 5% от массы муки согласно рекомендациям [1].

Количество и качество клейковины является главной предпосылкой производства хлебоу-

лочных изделий высокого качества. В связи с этим целесообразно исследовать влияние различных видов СМС на данные показатели (табл. 3).

Установлено, что в случае использования СМС уменьшается количество клейковины, за исключением СМС, обогащенной магнием и марганцем, при добавлении которой это значение почти не меняется.

Внесение СМС всех видов положительно влияет на цвет клейковины и не влияет на эластичность. Наблюдается повышение гидратационной способности, положительное влияние на упругость клейковины независимо от вида сыворотки, что подтверждается растяжимостью клейковины. Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод: если мука содержит удовлетворительно крепкую клейковину, то использование СМС способствует уменьшению ее упругости, увеличению растяжимости и улучшению эластичности, а также гидратационной способности, что, в свою очередь, приведет к увеличению удельного объема хлебобулочных изделий и увеличению связанной влаги в изделиях.

Для подтверждения выдвинутых предположений необходимо исследовать водопоглотительную способность муки и смеси муки с опытными образцами СМС на приборе Farinograf (Brabender, Германия). Установлено, что внесение всех рассмотренных видов СМС увеличивает водопоглотительную способность на 1,2–3,5% и, как следствие, возрастает выход хлебобулочных изделий.

Положительное влияние обработанной сыворотки на хлеб пшеничный наглядно продемонстрировано на рисунке.



1 2 3 4 5

Влияние сухой сыворотки, выработанной с использованием разных методов обработки сырья, на качество хлеба:

1 – без сыворотки (контроль); 2 – с СМС; 3, 4, 5 – с СМС, выработанной с использованием ЭД, НФ и ЭИО соответственно

Таблица 3

Количество и качество клейковины с внесением сухой молочной сыворотки

Показатели	Мука без добавок	СМС	СМС, полученная с использованием		
			ЭД	НФ	НФ и ЭИО
Цвет	светлый	светло-кремовый			
Эластичность	хорошая				
Количество клейковины, %	32,2	28,5	29,4	29,4	31,8
Количество сухой клейковины, %	10,8	8,9	9,2	9,5	10,4
Упругость на приборе ИДК, усл. ед.	68,3	74,2	72,4	70,2	73,1
Растяжимость, см	12,0	14,5	14,0	13,0	14,0
Гидратационная способность, %	218,6	242,2	235,6	222,3	241,7

Влияние сухой молочной сыворотки на качество теста и хлеба

Показатель качества хлеба	Хлеб				
	контроль (без добавок)	СМС	СМС, полученная с использованием		
			ЭД	НФ	НФ и ЭИО
<i>Тесто</i>					
Массовая доля влаги, %	45,0				
Титруемая кислотность, град:					
начальная	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8
конечная	2,0	2,4	2,4	2,4	2,4
Продолжительность брожения, мин	60				
Продолжительность расстойки, мин	45	42	42	42	38
Распываемость шарика теста, мм	98	126	112	115	124
Газообразование при брожении и расстойке, см ³ /100 г	296	312	306	310	326
<i>Хлеб</i>					
Пористость, %	72	73	73	73	74
Кислотность, град	1,4	1,8	1,6	1,6	1,6
Удельный объем, см ³ /100 г	320	336	332	334	348
Формостокость	0,39	0,37			0,38
Степень свежести, %	36	59	62	61	64
Комплексный показатель качества	89,2	92,1	91,4	91,8	95,3

Показатели качества теста и хлеба с опытными образцами сыворотки представлены в табл. 4.

Установлено, что в случае внесения СМС повышалась кислотность теста по сравнению с контролем. Это наблюдалось в течение всего времени брожения. Отмечено, что использование всех исследуемых образцов сыворотки интенсифицирует брожение, о чем свидетельствует большее накопление диоксида углерода как на стадии брожения, так и во время его расстойки. Это связано с обогащением теста питательными веществами, необходимыми для жизнедеятельности дрожжей. Активизация дрожжей в тесте с СМС приводит к сокращению продолжительности расстойки. Внесение СМС увеличивает расплывание шарика теста, подтвержденное увеличением растяжимости клейковины, очевидно, за счет влияния лактозы на белково-протеиновый комплекс.

Расчет комплексного показателя качества засвидетельствовал высокие результаты для всех образцов хлеба с СМС, при этом наивысшее значение было отмечено в продукте с СМС, обогащенной магнием и марганцем.

О степени черствения делали заключение по изменению структурно-механических свойств мякиша. Определяли общую деформацию мякиша через 72 ч хранения. Как свидетельствуют полученные данные, в хлебе с СМС всех видов почти вдвое улучшалась общая деформация мякиша, вследствие чего увеличивалась длительность свежести хлебобулочных изделий.

Заклучение. Проведенная работа дает основание утверждать, что использование электроискровой обработки в технологии сухой молочной сыворотки позволяет получить продукт, обогащенный ценными минеральными элементами и характеризующийся высокими функционально-технологическими свойствами и их стабильностью при хранении.

Введение в рецептуру хлеба 5% к массе муки СМС и СМС, обогащенной магнием и марганцем, улучшает качество теста и хлеба из пшеничной муки, а именно: увеличивает удельный объем, удлиняет срок сохранения свежести, что подтверждается наибольшим значением комплексного показателя качества.

Литература

1. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ: Логос, 2002. 365 с.
2. Храмов А. Г. Феномен молочной сыворотки. СПб.: Профессия, 2011. 804 с.
3. Обработка молочного сырья мембранными методами / И. А. Евдокимов [и др.] // Молочная промышленность. 2012. № 2. С. 34–37.
4. Гондар О. П., Романчук І. О. Зміна мінерального складу сухої молочної сироватки за різних методів оброблення // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2015. № 1 (89), т. 1. С. 94–99.
5. Спиричев В. Б., Шатнюк Л. Н., Позняковский В. М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. Новосибирск: Сиб. универ. изд-во, 2005. 548 с.
6. Чурилина Н. В., Матвеева И. В., Юдина Т. А. О влиянии добавок минеральных солей и фосфолипазы на качество хлеба // Хлебопечение России. 2004. № 3. С. 24–26.

7. Кантере В. М. Теоретические основы технологии микробиологических производств: учеб. пособие. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.

8. Способ обогащения молочной сыворотки коллоидными частицами биогенных металлов Mg и Mn, перспективы ее использования / О. В. Кочубей-Литвиненко [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2015. № 3 (29). С. 36–42.

9. Pisecky J. Handbook of milk powder manufacture. Copenhagen: Niro A/S, 1997. 261 p.

10. Schwartzberg H. G., Hartel R. W. Physical chemistry of foods. NY: Marcel Dekker, 1992. 747 p.

11. Roos Y. H. Importance of glass transition and water activity to spray drying and stability of dairy powders // Lait. 2002. No. 82. P. 478–484.

12. Kalichevsky-Dong M. T. The glass transition and microbial stability. Cambridge: Woodhead Publishing, 2000. 53 p.

References

1. Drobot V. I. *Tehnologija hlibopekars'kogo virobniactva* [The technology of bakery production]. Kiev, Logos Publ., 2002. 365 p.

2. Hramtsov A. G. *Fenomen molochnoy syivorotki* [The phenomenon of whey]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2011. 804 p.

3. Evdokimov I. A., Volodin D. N., Golovkina M. V., Zolotaryova M. S., Topalov V. K. Processing raw milk membrane methods. *Molochnaya promyishlennost* [Dairy industry], 2012, no. 2, pp. 34–37 (In Russian).

4. Gondar O. P., Romanchuk I. O. Change of mineral composition of dry whey by different methods of treatment. *Zbirnik naukovih prats Vinnitskogo natsionalnogo agrarnogo universitetu* [Scientific works of Vinnytsia National Agrarian University], 2015, no. 1 (89), vol. 1, pp. 94–99 (In Ukrainian).

5. Spirichev V. B., Shatnyuk L. N., Poznyakovskiy V. M. *Obogaschenie pischevyih produktov vitaminami i mineralnyimi veshchestvami. Nauka i tehnologiya* [Food fortification with vitamins and minerals. Science and technology]. Novosibirsk, Sib. Univer. Publishing House, 2005. 548 p. (In Russian).

6. Churilina N. V., Matveeva I. V., Yudina T. A. The effect of addition of mineral salts and phospholipase on the quality of bread. *Hlebopechenie Rossii* [Bakery in Russia], 2004, no. 3, pp. 24–26 (In Russian).

7. Cantere V. M. *Teoreticheskie osnovyi tehnologii mikrobiologicheskikh proizvodstv* [Theoretical foundations of microbiological production technologies]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990. 271 p.

8. Kochubey-Litvinenko O. V. [et al.]. Method of enrichment of whey by colloidal particles of magnesium and manganese, prospects of its use. *Pischevaya promyishlennost: nauka i tehnologii* [Food industry: science and technologies], 2015, no. 3 (29), pp. 36–42 (In Russian).

9. Pisecky J. Handbook of milk powder manufacture. Copenhagen, Niro A/S, 1997. 261 p.

10. Schwartzberg H. G., Hartel R. W. Physical chemistry of foods. New York, Marcel Dekker, 1992. 747 p.

11. Roos Y. H. Importance of glass transition and water activity to spray drying and stability of dairy powders. *Lait*, 2002, no. 82, pp. 478–484.

12. Kalichevsky-Dong M. T. The glass transition and microbial stability. Cambridge, Woodhead Publishing, 2000. Pp. 25–53.

Информация об авторах

Кочубей-Литвиненко Оксана Валерьяновна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов. Национальный университет пищевых технологий (01601, г. Киев, ул. Владимирская, 68, Украина). E-mail: okolit@email.ua

Билык Елена Анатольевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопекарных и кондитерских изделий. Национальный университет пищевых технологий (01601, г. Киев, ул. Владимирская, 68, Украина). E-mail: bilyklena@gmail.com

Information about the authors

Kochubei-Lytvynenko Oksana Valer'yanivna – PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor, Department of Milk and Dairy Products Technology. National University of Food Technology (68, Volodymyrska str., 01601, Kyiv, Ukraine). E-mail: okolit@email.ua

Bilyk Elena Anatolyevna – PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor, Department of Bakery and Confectionary Goods Technology. National University of Food Technology (68, Volodymyrska str., 01601, Kyiv, Ukraine). E-mail: bilyklena@gmail.com

Поступила 15.03.2015