

*И.В. Миклух, к.т.н., О.Л. Сороко, к.т.н., доцент, Е.В. Ефимова, к.т.н.,
Т.Н. Забело, Л.Н. Соколовская, Е.М. Дмитрук
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУХОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО ВОССТАНОВЛЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ОСНОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

*I. Miklukh, O. Soroko, E. Efimova, T. Zabelo, L. Sokolovskaya, E. Dmitruk
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

STUDY OF THE INFLUENCE OF COMPOSITION AND INDICES OF DRY DAIRY RAW MATERIALS ON THE QUALITY OF THE RESTORED DAIRY BASED, DESIGNED FOR THE MANUFACTURE OF FERMENTED DAIRY PRODUCTS

*e-mail: inmiklukh@mail.ru, olegSOROKO@tut.by, overie@mail.ru, list.zabelo@tut.by, sokolovskaya_LN@tut.by,
elenadm210187@gmail.com*

В статье приведен сравнительный анализ требований к сухому молоку стандартов различных стран, в том числе потенциальных стран-экспортеров молока сухого. Установлено, что сухое молоко, предназначенное для изготовления восстановленных ферментированных молочных продуктов, не выделено в рассмотренных стандартах в отдельную группу продуктов. Исследовано влияние качества исходного молока-сырья и технологических параметров его переработки на показатели сухого молочного сырья, предназначенного после восстановления для изготовления ферментированных молочных продуктов. Определено, что на изменение свойств сухого молочного сырья, выражающееся в денатурации белков молока и влияющее на эффективность его восстановления, большее влияние оказывает режим пастеризации, чем режим сгущения и сушки.

The article presents a comparative analysis of the requirements for milk powder standards of different countries, including potential exporting countries of milk powder. It is established that the milk powder intended for production of the restored fermented dairy products is not allocated in the considered standards in separate group of products. Influence of quality of initial milk-raw materials and technological parameters of its processing on indicators of the powdered dairy raw materials intended after restoration for production of the fermented dairy products is investigated. It is determined that the pasteurization regime has a greater impact on the change in the properties of powdered milk raw materials, expressed in the denaturation of milk proteins and affecting the efficiency of its recovery than the regime of condensation and drying.

Ключевые слова: сухие молочные продукты; восстановленные молочные продукты; степень денатурации; класс термообработки.

Keywords: dry dairy products; milk products recovered; the degree of denaturation; heat treatment.

Введение. В настоящее время перед белорусскими производителями молочной продукции встает задача расширения рынков сбыта и наращивания экспортного потенциала. Однако большинство молочных продуктов, в том числе цельномолочных, имеют короткие сроки годности, вследствие чего их экспорт ограничен. В ряде потенциальных стран-экспортеров Республики Беларусь, в связи со снижением общих объемов производства, общей неравномерностью качества молочного сырья, а также необходимостью в уменьшении зависимости молокоперерабатывающих предприятий от поставок молока, происходит увеличение объемов производства молочных продуктов на основе восстановленного сухого молочного сырья, что позволяет восполнить недостаток молока-сырья и обеспечить бесперебойное производство молочной продукции. Поэтому актуальным является развитие возможности организации экспорта сухого молочного сырья,

предназначенного после его восстановления для изготовления ферментированных молочных продуктов. В связи с этим целесообразным является исследование влияния качества молока-сырья и технологических параметров его переработки на показатели сухого молочного сырья и эффективность его восстановления перед дальнейшим изготовлением ферментированных молочных продуктов.

Целью работы являлось исследование влияния показателей качества исходного молока-сырья, состава, свойств и технологических параметров производства сухого молочного сырья на эффективность его восстановления и использования для изготовления ферментированных молочных продуктов.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований являлись молоко-сырье, молоко сухое, сухие молочные основы, предназначенные для изготовления восстановленных ферментированных молочных продуктов.

Определение характеристик объектов исследований проводили в лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства, лаборатории технологий цельномолочных продуктов и концентратов и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности», при этом использовали стандартные методы.

Степень денатурации белка определяли расчетным методом [1], при этом степень денатурации ($C_{ден}$) определяли по формуле (1):

$$C_{ден} = \frac{\frac{СБ_{до ден.}}{ОБ_{до ден.}} - \frac{СБ_{после ден.}}{ОБ_{после ден.}}}{\frac{СБ_{до ден.}}{ОБ_{до ден.}}} \times 100, \quad (1)$$

где $СБ_{до ден.}$, $СБ_{после ден.}$ – массовая доля сывороточных белков (неказеинового азота в пересчете на белок) до и после денатурирующего (теплого) воздействия соответственно, %;

$ОБ_{до ден.}$, $ОБ_{после ден.}$ – массовая доля общего белка до и после денатурирующего (теплого) воздействия соответственно, %.

Количество свободного жира и эффективность гомогенизации определяли методом отстаивания, который заключается в изменении разницы объема отстоявшегося жира при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 48 часов.

Результаты и их обсуждение. Для получения качественной продукции из сухого молока необходимо, чтобы оно отличалось хорошей растворимостью и восстанавливаемостью, что зависит в первую очередь от его качества и аппаратурного оформления процесса. Сущность процесса растворения заключается во взаимодействии сухих молочных продуктов с водой. Процесс восстановления можно считать завершенным тогда, когда физико-химические свойства восстановленного молока будут соответствовать свойствам натурального [2, 3]. В ходе исследований проведен сравнительный анализ требований к сухому молоку стандартов различных стран, в том числе потенциальных стран-экспортеров молока сухого (СЦМ – сухого цельного молока, СОМ – сухого обезжиренного молока), предназначенного для производства восстановленных ферментированных молочных продуктов: СТБ 1858-2009 (Республика Беларусь), ГОСТ Р 52791-2007 (Российская Федерация), GB 19644-2010 (Китайская Народная Республика), CODEXSTAN 207-1999 (Стандарт Кодекса Алиментариуса, ФАО/ВОЗ), COVENIN (Венесуэльская комиссия по промышленным стандартам) (таблица 1).

Таблица 1 – Требования стандартов различных стран на физико-химические показатели сухих молочных продуктов

Наименование показателя	СТБ 1858-2009			ГОСТ Р 52791-2007		GB 19644-2010	CODEX STAN 207-1999		COVENIN 1078:1996	
	СЦМ «Стандарт»	СОМ «Стандарт»	СЦМ, предназначенное для изготовления продуктов детского питания	СЦМ	СОМ	СЦМ	СЦМ	СОМ	СЦМ	СОМ
Массовая доля влаги, %, не более	4	5	3	4	5	5	5		3,5	4
Массовая доля жира, %	26-41	не более 1,5	25-28	не менее 26	не более 1,5	не менее 26	26-42	не более 1,5	26-32	не более 1,5
Массовая доля белка в СОМО, %, не менее	34			34		34	34		24,5	35
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка, не более	0,2		0,1	0,2			1,0		-	-
Индекс нерастворимости, мл, не более	0,5	1,0	-	-	-	-	-	-	0,5	1,0
Группа чистоты, не ниже	I			I		-	-		-	-
Пригорелые частицы, мг	макс. диск В		-	-	-	-	макс. диск В		макс. В-15	
Примеси, мг/кг, не более	-		-	-		16	-		-	
Массовая доля лактозы, %	38,7-31,5	48-54	-	36-40	47-54	-	-	-	34	48,5
Кислотность, °Т	15-19		15-17	14-21		макс 18	макс 18		макс 15	макс 20
Массовая доля молочной кислоты, %	0,135-0,171		0,135-0,153	0,126-0,189		-	-		-	-
Массовая доля свободного жира, %	3,5	-	-	-	-	-	-		2,0	-
Класс термообработки: - низкотемпературная сушка, мг UMSPN*/г - умеренная сушка, мг UMSPN*/г	6,0		-	-		-	-		-	-
	1,51-5,99									

*UMSPN – концентрация неденатурированного сывороточного белкового азота.

Источник: собственная разработка на основании ТНПА.

Установлено (таблица 1), что сухое молоко, предназначенное для изготовления восстановленных ферментированных молочных продуктов, не выделено в рассмотренных стандартах в отдельную группу продуктов. Определено, что важными показателями сухого молока, направляемого в дальнейшем на производство восстановленных молочных продуктов, являются индекс растворимости (индекс нерастворимости), группа чистоты (пригорелые частицы), класс термообработки, который отображает концентрацию неденатурированного сывороточно-белкового азота, увеличение которой в свою очередь оказывает нежелательное влияние на процесс восстановления сухого молока и дальнейшее изготовление ферментированных молочных продуктов.

Молоко для выработки сухих молочных продуктов должно соответствовать нормативно-технической документации СТБ 1858-2009 «Молоко сухое. Общие технические условия», ТР ТС 033/2013 «Технический регламент таможенного союза. О безопасности молока и молочной продукции». Большое значение на качество готовой продукции оказывает уровень показателей качества молока-сырья – кислотности, содержания белка, жира, общей бактериальной обсемененности и количества соматических клеток, термоустойчивости. Так для изготовления молока сухого по СТБ 1858-2009 используется молоко-сырье по СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» кислотностью не более 18°Т. Использование молока с большей кислотностью приводит к денатурации белков молока при тепловом воздействии, а также к налипанию продукта на стенки сушильной башни в процессе сушки, что неблагоприятно сказывается на качестве сухого продукта. Кроме того, повышенная кислотность свидетельствует об увеличении бактериальной обсемененности молока-сырья, что делает его непригодным для изготовления сухих молочных консервов. Повышенное количество соматических клеток свидетельствует о бактериальном загрязнении молока, поэтому количество соматических клеток в молоке, направляемом на сушку не должно превышать 500 тыс. в 1 см³.

Согласно СТБ 1858-2009 массовая доля белка в сухом обезжиренном молочном остатке должна быть не менее 34% – это показатель натуральности продукта, отсутствия его фальсификации, а массовая доля жира для сухого цельного молока должна быть не менее 26%. Это в свою очередь предъявляет аналогичные требования к молоку сырью.

Показатель «термоустойчивость» молока-сырья традиционно контролируют при выработке сгущенного стерилизованного молока. Однако стойкость белков молока оказывает влияние и на растворимость сухого молока. При использовании нетермоустойчивого молока-сырья растворимость продукта низкая. Кроме того, на термостабильность конечного сухого продукта влияют как параметры технологического процесса, так и качество молока-сырья. Требуемый уровень термостабильности сухого молока не может быть обеспечен при термоустойчивости молока-сырья ниже второй группы по алкогольной пробе, при низком содержании белка и высокой доле в нем сывороточных белков.

Качество исходного молока-сырья влияет на сухое молоко не только непосредственно, но и за счет вынужденных изменений в технологическом процессе (например изменения температурного режима обработки при неудовлетворительных микробиологических показателях молока-сырья).

В ходе выполнения научно-исследовательской работы установлены показатели качества молока-сырья, необходимые для получения сухого цельного молока, соответствующего требованиям СТБ 1858-2009 и пригодного для использования его в качестве основы для изготовления ферментированных молочных продуктов, представленные в таблице 2.

В лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» была выработана экспериментальная партия сухой молочной основы, предназначенной для изготовления ферментированных молочных продуктов, включающая в себя 4 образца (таблица 3).

Таблица 2 – Требования к физико-химическим и микробиологическим показателям исходного молока-сырья, предназначенного для изготовления сухого цельного молока, используемого в качестве основы для изготовления ферментированных молочных продуктов

Наименование показателей	Массовая доля сухих веществ, %						
	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0
Массовая доля жира, %, не менее	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,1	3,0
Массовая доля белка, %, не менее	3,5	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9	2,7
Титруемая кислотность, °Т, не более	18						
Общее количество микроорганизмов (бактериальная обсемененность методом пробы на редуктазу), КОЕ/см ³ , не более	5×10 ⁵						
Количество соматических клеток в 1 см ³ , не более	5×10 ⁵						
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 см ³	не допускаются						
Термоустойчивость (группа) по алкогольной пробе, не ниже	II						

Источник: собственная разработка на основании ТНПА.

Таблица 3 – Наименование исследуемых образцов сухой молочной основы

Режим тепловой обработки	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Температура пастеризации	Низкая (65±2°С с выдержкой 30 мин)	Высокая (90±2°С с выдержкой 10 с)	Низкая (65±2°С с выдержкой 30 мин)	Высокая (90±2°С с выдержкой 10 с)
Температура сушки	Низкая (170°С на входе, 70°С на выходе)	Низкая (170°С на входе, 70°С на выходе)	Высокая (210°С на входе, 90°С на выходе)	Высокая (210°С на входе, 90°С на выходе)

Источник: собственная разработка на основании ТНПА.

Были исследованы показатели качества молока-сырья (молока цельного) непастеризованного, молока цельного пастеризованного при низкой температуре пастеризации (65±2°С с выдержкой 30 мин), молока цельного пастеризованного при высокой температуре пастеризации (90±2°С с выдержкой 10 с). Молоко, подвергнутое пастеризации, гомогенизировали и сгущали на вакуум-выпарном аппарате с принудительной циркуляцией продукта при температуре 60 °С и сушили на установке распылительного типа при низкой температуре процесса (170°С на входе, 70°С на выходе) и при высокой температуре процесса (210°С на входе, 90°С на выходе).

В процессе производства сухого молока в результате тепловой обработки молока-сырья изменяются его составные части, в первую очередь белки. Наиболее глубоким изменениям при нагревании молока подвергаются сывороточные белки, происходит их денатурация, степень которой зависит от температуры и продолжительности ее воздействия на молоко [4]. Тепловая обработка оказывает влияние на структурно-механические свойства сгустков, образующихся при изготовлении ферментированных молочных продуктов. С повышением температуры пастеризации прочность сгустков увеличивается, а процесс выделения сыворотки замедляется. Прочность сгустка обуславливается не только размером частиц казеина, но и степенью участия денатурированных сывороточных белков в построении структурной сетки сгустка. С повышением температуры пастеризации увеличивается степень их включения в белковый каркас сгустка, что придает ему определенную жесткость. Кроме этого, сывороточные белки, благодаря высоким гидрофильным свойствам, увеличивают влагоудерживающую способность казеина и замедляют отделение сыворотки от сгустка [4].

В полученных в результате исследований экспериментальных образцах сухой молочной основы, изготовленных из молока цельного пастеризованного при низкой и высокой температуре пастеризации, различаются значения массовой доли сывороточных белков, определяемые как неказеиновый азот в пересчете на белок без учета его денатурации. На основании значений массовой доли сывороточных белков в исходном молоке-сырье и сухих молочных основах, расчетным методом определена степень денатурации сывороточных белков, представленная в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние качества исходного молока-сырья и технологических параметров производства на качество сухого молочного сырья (сухой молочной основы)

Наименование образца	Массовая доля, %		Степень денатурации, %		Класс термообработки
	общего белка	сывороточных белков	общая	в том числе при сгущении и сушке	
Молоко цельное непастеризованное	3,16	0,43	-	-	-
Молоко цельное пастеризованное (низкая температура пастеризации)	3,18	0,38	12,18	-	-
Молоко цельное пастеризованное (высокая температура пастеризации)	3,20	0,27	37,99	-	-
Сухая молочная основа (низкая температура пастеризации, низкая температура сушки), образец 1	24,61	2,78	16,99	4,81	низкотемпературная термообработка
Сухая молочная основа (высокая температура пастеризации, низкая температура сушки), образец 2	25,02	1,61	52,71	14,71	умеренно высокотемпературная термообработка
Сухая молочная основа (низкая температура пастеризации, высокая температура сушки), образец 3	24,99	2,73	19,72	7,54	низкотемпературная термообработка
Сухая молочная основа (высокая температура пастеризации, высокая температура сушки), образец 4	25,61	1,37	60,69	22,69	умеренно высокотемпературная термообработка

Источник: собственная разработка.

В результате анализа данных, представленных в таблице 4, установлено, что на показатели сухого молочного сырья помимо качества исходного молока-сырья, оказывают влияние также технологические параметры его производства: режимы тепловой обработки (пастеризации, сгущения и сушки), которая вызывает денатурацию сывороточных белков, что в свою очередь оказывает влияние на процесс восстановления и свойства восстановленных продуктов. Определено, что большее влияние на степень денатурации белков оказывает режим пастеризации, чем режим сгущения и сушки. Так общая степень денатурации для образцов 1, 2, 3 и 4 составила 16,99%, 52,71%, 19,72% и 60,69% соответственно, при этом за счет пастеризации доля степени денатурации белка составила: 71,7%, 72,1%; 61,8%, 62,6%.

Согласно СТБ 1858-2009, в молоке сухом контролируется показатель «класс термообработки», при определении которого устанавливается количество миллиграмм неденатурированных в процессе тепловой обработки сывороточных белков молока на один грамм сухого молока. Нами также был определен класс термообработки исследуемых образцов сухой молочной основы (таблица 4), который сопоставим с данными расчетной степени денатурации белков молока. Для образцов 3, 4 с большей степенью денатурации сывороточных белков, класс термообработки умеренно-высокотемпературный, а для образцов 1, 2 с меньшей степенью денатурации сывороточных белков – низкотемпературный.

Для получения качественной продукции из сухого молока необходимо, чтобы оно отличалось хорошей растворимостью и восстанавливаемостью, что обуславливается целым рядом факторов. Эффективность растворения зависит в первую очередь от качества сухого молока и аппаратурного оформления процесса. Сама же сущность процесса растворения заключается во взаимодействии сухих молочных продуктов с водой. Процесс восстановления можно считать завершенным тогда, когда физико-химические свойства восстановленного молока будут соответствовать свойствам натурального. Поэтому можно сказать, что к основным технологическим факторам, определяющим эффективность процесса восстановления сухих молочных продуктов, следует отнести количественное соотношение сухой и водной фракций, температуру, интенсивность и уровень жесткости механического воздействия при растворении. Это наиболее распространенный вариант восстановления [3].

В исследуемых образцах сухой молочной основы определен показатель насыпной плотности (рисунок 1), который косвенно свидетельствует о степени растворения сухих продуктов и наличии в них воздушной фракции. Значение объемной насыпной плотности прямо связано с размерами частиц сухого молока, а значение рыхлой насыпной плотности коррелирует с прочностью их связей.

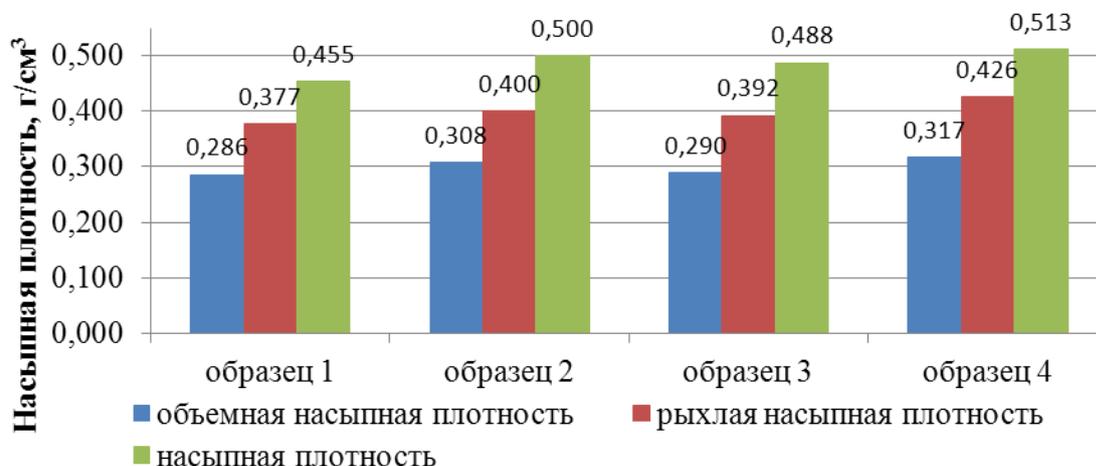


Рисунок 1 – Насыпная плотность образцов сухой молочной основы, предназначенной для изготовления ферментированных молочных продуктов

Источник: собственная разработка.

Температурное воздействие (пастеризация) на молоко-сырье перед выпариванием и сушкой влияет на степень денатурации сывороточных белков (таблица 4) и, таким образом, на физические свойства продукта и его поведение при сушке. Высокая температура пастеризации увеличивает количество денатурированных белков, которые очень компактны в отличие от нативных белков. Нативные сывороточные белки имеют более высокую водосвязывающую способность. Поэтому для удаления остатков влаги потребуются большая разница температур или движущая сила, что приведет к

поверхностному отверждению частиц [5]. То есть, при увеличении степени денатурации сывороточных белков, снижается содержание абсорбированного воздуха (повышается плотность частиц и насыпная плотность) и наоборот. Так, наименьшее значение насыпной плотности $0,455 \text{ г/см}^3$ было у образца 1, полученном с использованием низкой температуры пастеризации и низкой температуры сушки, а наибольшее значение насыпной плотности $0,513 \text{ г/см}^3$ – у образца 4, полученном с использованием высокой температуры пастеризации и высокой температуры сушки.

Полученные в ходе исследований образцы сухого молочного сырья, восстанавливали при температуре 45°C , продолжительность выдержки при $4\pm 2^\circ\text{C}$ 3–4 ч. При этом определяли индекс растворимости и количество отстоявшегося свободного жира (таблица 5), свидетельствующих об эффективности восстановления и качестве сухого молочного сырья, предназначенного для изготовления ферментированных молочных продуктов.

Таблица 5 – Показатели восстановленных молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов

Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Индекс растворимости, см^3 сырого осадка	0,1	0,2	0,1	0,2
Отстоявшийся свободный жир, см^3	0,2	0,3	0,2	0,3

Источник: собственная разработка на основании ТНПА.

Как видно из данных, приведенных в таблице 5, увеличение температуры пастеризации приводит к повышению индекса растворимости, или другими словами ухудшению растворения. Также при увеличении температуры пастеризации повышается количество свободного отстоявшегося жира, что свидетельствует о дестабилизации жировой эмульсии в процессе изготовления сухого продукта и приводит к снижению стойкости продукта при хранении вследствие его окисления.

С целью предотвращения отделения свободного жира, а также для улучшения консистенции восстановленных продуктов обязательным является проведение гомогенизации. Восстановленные образцы сухой молочной основы, предназначенной для изготовления ферментированных молочных продуктов, гомогенизировали при температуре 60°C , давлении 16 МПа. В результате чего во всех образцах восстановленных молочных основ отсутствовал свободный отстоявшийся жир. Восстановленные гомогенизированные продукты имели однородную консистенцию, что связано с увеличением степени диспергирования жировой фазы и повышением стабильности жировой эмульсии.

Гомогенизация является обязательной технологической операцией при изготовлении молочных продуктов из восстановленного сухого молочного сырья. Она способствует существенному улучшению органолептических показателей продукта, в частности, в результате гомогенизации практически исчезает водянистый привкус продукта. Для исключения возможности ухудшения органолептических показателей восстановленных сухих молочных основ при его производстве необходимо учитывать качество исходного сырья и строго соблюдать все технологические режимы изготовления ферментированных молочных продуктов на их основе.

Выводы. В результате выполнения научно-исследовательской работы установлены показатели качества молока-сырья, необходимые для получения сухого цельного молока, соответствующего требованиям СТБ 1858-2009 и пригодного для использования его в качестве основы для изготовления ферментированных молочных продуктов: массовая доля жира не менее 3,0–3,8%, массовая доля белка не менее 2,7–3,5% для молока-сырья с массовой долей сухих веществ 11,0–14,0% соответственно; титруемая кислотность не более 18°T ; термоустойчивость по алкогольной пробе не ниже II группы.

Определено, что при использовании сухой молочной основы для изготовления ферментированных молочных продуктов, необходимо учитывать влияние температуры на свойства и показатели сухих продуктов, а именно режима пастеризации, при этом важным является показатель «класс термообработки», свидетельствующий о денатурации сывороточных белков, прошедшей в процессе производства сухих продуктов. При этом с увеличением показателя «класс термообработки» снижается растворимость сухих продуктов при их восстановлении, увеличивается количество отстоявшегося свободного жира.

С целью предотвращения отделения свободного жира, а также для улучшения консистенции восстановленных продуктов обязательным является проведение гомогенизации, в результате которой возрастает вязкость продукта, что связано с увеличением степени диспергирования жировой фазы и повышением стабильности жировой эмульсии. Определено, что во всех восстановленных гомогенизированных экспериментальных образцах отсутствовал свободный отстоявшийся жир, продукты имели однородную консистенцию, что положительно скажется на качестве производимых из них молочных продуктов и при этом повысится их выход, снизятся потери ценных компонентов с сывороткой.

При изготовлении ферментированных молочных продуктов, не предусматривающих отделение сыворотки, таких как йогурт, приемлимым и подходящим будет являться использование сухой молочной основы с более высокой температурой пастеризации. Для ферментированных молочных продуктов, предусматривающих в процессе производства отделение сыворотки (творог), предпочтительным будет являться использование в качестве основы сухих молочных продуктов с низким классом термообработки.

Список использованных источников

1. Щедушнов, Д. Е. Технология получения сухого белкового концентрата на основе ультрафильтрации обезжиренного молока / Д. Е. Щедушнов, Е. А. Фетисов, В. Д. Харитонов. – М. : АгроНИИТЭИмясомолпром, 1988. – 59 с. – (Обзорная информация / Науч.-ислед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. мяс. и молоч. пром-сти).
1. Shhedushnov, D. E. Tehnologija poluchenija suhogo belkovogo koncentrata na osnove ul'trafil'tracii obezzhirennogo moloka [The technology of obtaining a dry protein concentrate based on ultrafiltration of skim milk] / D. E. Shhedushnov, E. A. Fetisov, V. D. Haritonov. – M. : AgroNIITJElmjasomolprom, 1988. – 59 s. – (Obzornaja informacija / Nauch.-isled. in-t inform. i tehn.-jekon. issled. mjas. i moloch. prom-sti).
2. Липатов, Н.Н. Восстановленное молоко (теория и практика производства восстановленных молочных продуктов) / Н.Н. Липатов, К. И. Тарасов; под ред. Н.Н. Липатова. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
2. Lipatov, N.N. Vosstanovlennoe moloko (teorija i praktika proizvodstva vosstanovlennyh molochnyh produktov) [Refurbished milk (theory and practice of production of reconstituted dairy products)] / N.N. Lipatov, K.I. Tarasov; pod red. N.N. Lipatova. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 256 s.
3. Титов, Р.А. Линия восстановления сухого молока на базе установки непрерывного смешивания компании «Оскон» / Р.А. Титов // Молочная промышленность. – 2012. – № 3. – С. 246.
3. Titov, R. A. Linija vosstanovlenija suhogo moloka na baze ustanovki neprerivnogo smeshivanija kompanii «Oskon» [Dry milk recovery line on the basis of the continuous mixing plant of Oskon] / R. A. Titov // Molochnaja promyshlennost'. – 2012. – № 3. – S. 246.
4. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические аспекты производства молочных продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 352 с.
4. Gorbatoва, K.K. Fiziko-himicheskie i biohimicheskie aspekty proizvodstva molochnyh produktov [Physicochemical and biochemical aspects of production of dairy products]. – SPb. : GIORD, 2004. – 352 s.
5. Вестергаард, В. Технология производства сухого молока. Выпаривание и распылительная сушка [Электронный ресурс] / В. Вестергаард. – Копенгаген, 2003. – Режим доступа: http://www.intent93.ru/useruploads/files/Samples/Niro_Z010_2004.pdf. – Дата доступа: 07.04.2017.
5. Vestergaard, V. Tehnologija proizvodstva suhogo moloka. Vyparivanie i raspylitel'naja sushka [Technology of production of milk powder. Evaporation and spray drying] [Jelektronnyj resurs] / V. Vestergaard. – Kopenhagen, 2003. – Rezhim dostupa: http://www.intent93.ru/useruploads/files/Samples/Niro_Z010_2004.pdf. – Data dostupa: 07.04.2017.