

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.
С.СЕЙФУЛЛИНА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Биохимические процессы при производстве молочных продуктов

для специальности 6М072700 – «Технология продовольственных продуктов»
образовательная программа Технология молока и молочных продуктов

Астана 2015

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.
С.СЕЙФУЛЛИНА

УТВЕРЖДАЮ

Декан технического факультета

_____ Нукашев С.О.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Биохимические процессы при производстве молочных продуктов

для специальности 6М072700 – «Технология продовольственных продуктов»
образовательная программа Технология молока и молочных продуктов

Астана 2015

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.
С.СЕЙФУЛЛИНА

Кафедра «Технология пищевых и перерабатывающих производств»

УТВЕРЖДАЮ

Декан технического факультета

_____ Нукашев С.О.

Рабочая программа

по дисциплине Биохимические процессы при производстве молочных
продуктов

элективного компонента цикла профилирующих дисциплин (ПД)

для специальности 6М072700 – «Технология продовольственных продуктов»

Всего часов	45
В том числе:	
Лекции	15
Лабораторные	15
Практические (семинарские)	-
СРСП	15
Самосто	45
ятельная работа	нет
Курсовой проект (работа)	
Форма контроля:	2 семестр
Экзамен	

Астана 2015

Рабочая программа дисциплины составлена на основании каталога элективных дисциплин, магистратура по дисциплине «Биохимические процессы при производстве молочных продуктов», утвержденной Ученым Советом АО «Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина» и введенной в действие _____, разработанной в соответствии с ГОСО РК 3.08.352-2010, утвержденным приказом Министерства образования и науки Республики Казахстан № _____ для высших учебных заведений для специальности 6М072700 – «Технология продовольственных продуктов» и в соответствии с рабочими учебными планами специальностей, утвержденными _____.

Рассмотрена на заседании кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»

_____ протокол № _____

Заведующий кафедрой _____

Какимов М.М.

Рекомендована методической комиссией технического факультета

_____ протокол № _____

Председатель МК

_____ Машанова Н.С.

Дополнения и изменения к программе
на 20__ / 20__ учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
« _____ » _____ 20__ г. (протокол № _____)

Зав. кафедрой (уч. степень, звание)

_____ (Ф.И.О)

1 Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1 Цель преподавания дисциплины

Принципы организации живых систем, химического состава биологических объектов, свойств и функций химических соединений - биомолекул, которые являются структурной и функциональной основой средств к существованию биосистем

1.2 Задачи изучения дисциплины

Приобретение теоретических знаний по основным разделам биохимии; приобретение навыков в изучении биохимических свойств биологических молекул и живых структур, способность применять полученные теоретические знания и практические навыки в конкретных мероприятиях.

1.3 Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины

Химия, биохимия

1.4 Студент должен знать и уметь

Сенсорные факторы качества продуктов питания, как они относятся к химическим веществам в пищевых продуктах. Вода. Физические свойства воды. Активность воды и ее влияние на миграции воды в сложных продуктах и контроля химических реакций и роста микроорганизмов. Углеводы молока. Важные химические реакции простых сахаров во время обработки пищевых продуктов. Крахмал и его химия. Другие полисахариды, например волокна и гидроколлоиды, и их влияние систем питания, пищевые текстуры и реологии. Липиды молока. Главные и незначительные липиды питания. Аминокислоты, белки и ферменты. Аминокислоты и их свойства. Структура белка. Денатурация белка.

2 Распределение учебного времени

№ п/п	Название разделов	ВСЕГО			Аудиторные занятия, час				СРСП		Самостоятельная работа	
					в том числе							
		часов		%	лекции		лаборат. (практич., семинар.)		семестр		семестр	
		семестр			семестр		семестр					
1	2	5	1	2	1	2	1	2	1	2		
3	4		6	7	8	9	10	11	12			
1	Химический состав молока	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
2	Белки молока	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
3	Молочный жир	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
4	Углеводы молока	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
5	Минеральные вещества и ферменты в составе молока.	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
6	Витамины. Гормоны и газы. Посторонние химические вещества в составе молока	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
7	Состояние и свойства составных частей молока	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
8	Изменение химического состава молока под влиянием различных факторов	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
9	Биохимические и физико-химические изменения молока при температурной обработке	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
10	Биохимические физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
11	Биохимические	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3

	основы производства отдельных видов кисломолочных продуктов											
12	Биохимические и физико-химические процессы при производстве и созревании сыров	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
13	Биохимические и физико-химические процессы при производстве масла	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
14	Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
15	Биохимические основы производства детских молочных продуктов	-	6	6,66	-	1	-	1	-	1	-	3
	Итого	-	90	100	-	5	-	5	-	5	-	45

3 Содержание дисциплины

Наименование темы	Часы	Вид контроля	Литература	Технические средства
1	2	4	5	6
Лекция				
1. Химический состав молока	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
2. Белки молока	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
3. Молочный жир	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
4. Углеводы молока	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
5. Минеральные вещества и ферменты в составе молока.	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
6. Витамины. Гормоны и газы. Посторонние химические вещества в составе молока	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
7. Состояние и свойства составных частей молока	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация

Лабораторные (практические) занятия				
1 Правила отбора проб заготавливаемого молока и подготовка их к анализу	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
2 Определение в молоке массовой доли белков	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
3 Определение в молоке массовой доли жира	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
4 Определение в молоке массовой доли лактозы	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
5 Определение в молоке массовой доли кальция	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
6 Определение в молоке массовой доли аскорбиновой кислоты	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
7 Расчет энергетической ценности молока.	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
СРСП				
1. Химический состав молока	1,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
2. Белки молока	1,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
3. Молочный жир	1,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
4. Углеводы молока	1,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
5. Минеральные вещества и ферменты в составе молока.	1,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
6. Витамины. Гормоны и газы. Посторонние химические вещества в составе молока	1,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
7. Состояние и свойства составных частей молока	1,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
СРС				
1. Химический состав молока	4,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
2. Белки молока	4,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
3. Молочный жир	4,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
4. Углеводы молока	4,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
5. Минеральные вещества и ферменты в составе молока.	4,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
6. Витамины. Гормоны и газы. Посторонние химические вещества в составе молока	4,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
7. Состояние и свойства составных частей молока	4,5	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
Рубежный контроль 1				
Лекции				
8. Изменение химического состава	1	Текущий	Осн. [1-6]	Презентация

молока под влиянием различных факторов			Доп. [1-2]	
9. Биохимические и физико-химические изменения молока при температурной обработке	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
10. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
11. Биохимические основы производства отдельных видов кисломолочных продуктов	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
12. Биохимические и физико-химические процессы при производстве и созревании сыров	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
13. Биохимические и физико-химические процессы при производстве масла	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
14. Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
15. Биохимические основы производства детских молочных продуктов	1	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	Презентация
Лабораторные (практические) занятия				
8 Определение эффективности гомогенизации молока	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
9 Определение эффективности пастеризации молока.	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
10 Определение в кисломолочных продуктах и мороженом влаги, массовой доли жира и кислотности	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
11 Определение вязкости кефира.	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
12 Определение сыропригодности молока. Изучение микроструктуры сыра	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
13 Определение консистенции, структуры и фальсификации масла	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
14 Контроль состава и свойств молочных консервов и ЗЦМ	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
15 Определение индекса растворимости сухих молочных консервов. Определение фальсификации сухого молока	2	Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	МУ
СРСП				
8. Изменение химического состава молока под влиянием различных факторов		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
9. Биохимические и физико-химические изменения молока при		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	

температурной обработке				
10. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
11. Биохимические основы производства отдельных видов кисломолочных продуктов		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
12. Биохимические и физико-химические процессы при производстве и созревании сыров		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
13. Биохимические и физико-химические процессы при производстве масла		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
14. Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
15. Биохимические основы производства детских молочных продуктов		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
СРС				
8. Изменение химического состава молока под влиянием различных факторов		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
9. Биохимические и физико-химические изменения молока при температурной обработке		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
10. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
11. Биохимические основы производства отдельных видов кисломолочных продуктов		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
12. Биохимические и физико-химические процессы при производстве и созревании сыров		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
13. Биохимические и физико-химические процессы при производстве масла		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
14. Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
15. Биохимические основы производства детских молочных продуктов		Текущий	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	
Рубежный контроль 2				
Всего:	90			
Лекции	15			
Лабораторные (практические) занятия	15			
СРСП	15			
СРС	45			

4 Учебно-методическое содержание дисциплины

4.1 Перечень основной и дополнительной литературы

Основная

1	Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox	Advanced Dairy Chemistry Volume 1A: Proteins: Basic Aspects	4th Edition, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Springer Science+Business Media New York	2013
2	P. F. Fox, T. Uniacke-Lowe, P.L.H. McSweeney, J.A O'Mahony	Dairy Chemistry and Biochemistry	Second Edition, Springer International Publishing Switzerland	2015
3	К.К. Горбатова, П.И. Гунькова	Биохимия молока и молочных продуктов	Санкт-Петербург ГИОРД	2010
4	О.А. Шейфель	Биохимия молока и молочных продуктов. конспект лекций	Кемерово	2010
5	И.С. Хамагаева, Р.А.Васильева, и др.	Лабораторный практикум по технологии молока и молочных продуктов	Улан-Удэ	2000
6	А.М. Шалыгина	Технология молока и молочных продуктов	«КОЛОСС» Москва	2003

Дополнительная

1	Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox	Advanced Dairy Chemistry Volume 1A: Proteins: Basic Aspects	4th Edition, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Springer Science+Business Media New York	2013
2	A. K. Haghi	Food Science. Research and Technology	Apple Academic Press Inc.	2012

5 Рейтинговая система контроля знаний студентов

В процессе изучения дисциплины в соответствии с кредитной технологией обучения применяется балльно-рейтинговая система – в течение всего периода семестра (15 недель) предусматривается постоянный контроль качества работы студентов и полученных на разных этапах изучения дисциплины знаний. При этом предусматривается производить контрольные мероприятия трех видов.

Текущий контроль (до 45 баллов) включает посещение занятий и работу на лабораторно-практических и лекционных занятиях, решение задач, устный опрос, блиц-тестирование, выполнение и контроль домашних заданий, проверку наличия и качества ведения конспектов лекций.

Промежуточный контроль (до 15 баллов) предусматривает два рубежных контроля – сдачу 2-х модулей, оцениваемых до 7,5 баллов каждый.

Итоговый контроль (до 40 баллов) – заключается в сдаче экзамена. Экзамен проводится в форме тестирования на компьютере. По решению кафедры экзамен может проводиться контактным методом с письменными ответами.

Каждый из трех указанных видов контроля учитывает активность студента и качество изучения материала дисциплины, поэтому может быть оценен отдельно

Оценка по буквенной системе	Баллы	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-89	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно

Рубежный контроль проводится на 8 и 15-й неделях обучения.

Программа разработана
к.т.н.

Н.Д. Кундызбаева

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.
С.СЕЙФУЛЛИНА

УТВЕРЖДАЮ

Декан технического факультета

_____ Нукашев С.О.

ПРОГРАММА
дисциплины для студентов
(СИЛЛАБУС)

по дисциплине Биохимические процессы при производстве молочных
продуктов
для специальности 6М072700 – «Технология продовольственных продуктов»
образовательная программа Технология молока и молочных продуктов

Астана 2015

Программа дисциплины для студентов (Силлабус) составлена на основании каталога элективных дисциплин, магистратура по дисциплине «Биохимические процессы при производстве молочных продуктов», утвержденной Ученым Советом АО «Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина» и введенной в действие _____, разработанной в соответствии с ГОСО РК 3.08.352-2010, утвержденным приказом Министерства образования и науки Республики Казахстан № _____ для высших учебных заведений для специальности 6М072700 – «Технология продовольственных продуктов» и в соответствии с рабочими учебными планами специальностей, утвержденными _____.

Рассмотрена на заседании кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»

_____ протокол № _____

Заведующий кафедрой _____

Какимов М.М.

Рекомендована методической комиссией технического факультета

_____ протокол № _____

Председатель МК

Машанова Н.С.

1 ДАННЫЕ О ПРЕПОДАВАТЕЛЕ

Старший преподаватель Кундызбаева Назигуль Джумакановна
АО Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина
Приемные часы: по расписанию консультаций на кафедре
Время пребывания на кафедре: по расписанию занятий.
Аудитория – Т-309
Тел.: нет (по приглашению в деканат)

2 ДАННЫЕ О ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина: "Биохимические процессы при производстве молочных продуктов" для специальности 6М072700 – «Технология продовольственных продуктов»

Курс – 1
Семестр – 2
Количество кредитов – 2
Лекционных часов – 15
Практических часов – 15
СРСП – 15
СРС – 45
Всего – 90
Форма контроля – экзамен;

Место проведения – кафедра «Технология пищевых и перерабатывающих производств»

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

Недели семестра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Всего
Лекции	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Практические	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
СРСП	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
СРС	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45
Итого	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	90

3 ПРЕРЕКВИЗИТЫ КУРСА

Химия, биохимия

4 ПОСТРЕКВИЗИТЫ КУРСА

Контроль и оценка качества сырья и продовольственных продуктов

5 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КУРСА

5.1 Характеристика дисциплины

Дисциплина «Биохимические процессы при производстве молочных продуктов» формирует биохимический фундамент для изучения состав молока, в том числе биохимического, структуру и функции его отдельных компонентов. Различные молочные продукты будут изучены с точки зрения изменений в молоке и его составляющих после обработки.

5.2 Цель дисциплины

Принципы организации живых систем, химического состава биологических объектов, свойств и функций химических соединений - биомолекул, которые являются структурной и функциональной основой средств к существованию биосистем

5.3 Задачи дисциплины

Приобретение теоретических знаний по основным разделам биохимии; приобретение навыков в изучении биохимических свойств биологических молекул и живых структур, способность применять полученные теоретические знания и практические навыки в конкретных мероприятиях.

6 СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Сенсорные факторы качества продуктов питания, как они относятся к химическим веществам в пищевых продуктах. Вода. Физические свойства воды. Активность воды и ее влияние на миграции воды в сложных продуктах и контроля химических реакций и роста микроорганизмов. Углеводы молока. Важные химические реакции простых сахаров во время обработки пищевых продуктов. Крахмал и его химия. Другие полисахариды, например волокна и гидроколлоиды, и их влияние систем питания, пищевые текстуры и реологии. Липиды молока. Главные и незначительные липиды питания. Аминокислоты, белки и ферменты. Аминокислоты и их свойства. Структура белка. Денатурация белка.

6.1 Перечень лекционных занятий

Наименование темы	Объем, час	Литература	Текущий контроль, балл
1. Химический состав молока	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
2. Белки молока	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
3. Молочный жир	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
4. Углеводы молока	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
5. Минеральные вещества и ферменты в составе молока.	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
6. Витамины. Гормоны и газы. Посторонние химические вещества в составе молока	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
7. Состояние и свойства составных частей молока	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
8. Изменение химического состава молока под влиянием различных факторов	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
9. Биохимические и физико-химические изменения молока при температурной обработке	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
10. Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
11. Биохимические основы производства отдельных видов кисломолочных продуктов	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
12. Биохимические и физико-химические процессы при производстве и созревании сыров	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
13. Биохимические и физико-химические процессы при производстве масла	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
14. Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
15. Биохимические основы производства детских молочных продуктов	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
ИТОГО:	15		7,5...15,0

6.2 Перечень лабораторных (практических) занятий

Наименование темы	Объем, час	Литература	Текущий контроль, балл
1 Правила отбора проб заготавливаемого молока и подготовка их к анализу	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
2 Определение в молоке массовой доли белков	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
3 Определение в молоке массовой доли жира	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
4 Определение в молоке массовой доли лактозы	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
5 Определение в молоке массовой доли кальция	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
6 Определение в молоке массовой доли аскорбиновой кислоты	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
7 Расчет энергетической ценности молока.	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
8 Определение эффективности гомогенизации молока	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
9 Определение эффективности пастеризации молока.	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
10 Определение в кисломолочных продуктах и мороженом влаги, массовой доли жира и кислотности	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
11 Определение вязкости кефира.	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
12 Определение сыропригодности молока. Изучение микроструктуры сыра	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
13 Определение консистенции, структуры и фальсификации масла	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
14 Контроль состава и свойств молочных консервов и ЗЦМ	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
15 Определение индекса растворимости сухих молочных консервов. Определение фальсификации сухого молока	1	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	0,5...1,0
Итого	15		7,5...15,0

7 ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ И СДАЧИ ЗАДАНИЙ СРС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Тема занятий	Задания для СРС, цель и содержание СРС	Рекомендуемая литература	Формы контроля	Сроки сдачи	Оценка (баллы рейтинга)) ТК/ПК
1	2	3	4	5	6	7
1	Химический состав молока	1. Домашнее задание: Составить конспект по теме. 2. На СРСП сдать тему №1 и представить конспект.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	1 неделя	0,5...1,0
2	Белки молока	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 2.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	2 неделя	0,5...1,0
3	Молочный жир	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 3.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	3 неделя	0,5...1,0
4	Углеводы молока	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 4.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	4 неделя	0,5...1,0
5	Минеральные вещества и ферменты в составе молока.	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 5.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	5 неделя	0,5...1,0
6	Витамины. Гормоны и газы. Посторонние химические вещества в составе молока	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 6.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	6 неделя	0,5...1,0
7	Состояние и свойства составных частей молока	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 7.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	7 неделя	0,5...1,0

Рубежный контроль 1						
8	Изменение химического состава молока под влиянием различных факторов	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 8.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	8 неделя	0,5...1,0
9	Биохимические и физико-химические изменения молока при температурной обработке	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №9.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	9 неделя	0,5...1,0
10	Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №10.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	10 неделя	0,5...1,0
11	Биохимические основы производства отдельных видов кисломолочных продуктов	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №11.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	11 неделя	0,5...1,0
12	Биохимические и физико-химические процессы при производстве и созревании сыров	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №12.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	12 неделя	0,5...1,0
13	Биохимические и физико-химические процессы при производстве масла	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №13.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	13 неделя	0,5...1,0
14	Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №14.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	14 неделя	0,5...1,0
15	Биохимические основы производства детских молочных продуктов	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №15.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	15 неделя	0,5...1,0
Рубежный контроль 2						
	ИТОГО					7,5...15,0

8 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1	Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox	Advanced Dairy Chemistry Volume 1A: Proteins: Basic Aspects	4th Edition, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Springer Science+Business Media New York	2013
2	P. F. Fox, T. Uniacke-Lowe, P.L.H. McSweeney, J.A O'Mahony	Dairy Chemistry and Biochemistry	Second Edition, Springer International Publishing Switzerland	2015
3	К.К. Горбатова, П.И. Гунькова	Биохимия молока и молочных продуктов	Санкт-Петербург ГИОРД	2010
4	О.А. Шейфель	Биохимия молока и молочных продуктов. конспект лекций	Кемерово	2010
5	И.С. Хамагаева, Р.А.Васильева, и др.	Лабораторный практикум по технологии молока и молочных продуктов	Улан-Удэ	2000
6	А.М. Шалыгина	Технология молока и молочных продуктов	«КОЛОСС» Москва	2003

Дополнительная

1	Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox	Advanced Dairy Chemistry Volume 1A: Proteins: Basic Aspects	4th Edition, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Springer Science+Business Media New York	2013
2	A. K. Haghi	Food Science. Research and Technology	Apple Academic Press Inc.	2012

9 ПОЛИТИКА КУРСА

9.1 Не опаздывать на занятия, в аудиторию входить заблаговременно.

9.2 Во время занятий не разговаривать, не жевать резинку, из аудитории не выходить.

9.3 Не читать газеты и посторонние материалы, отключить и убрать со стола сотовый телефон и плеер.

9.4 Не пропускать занятия, в случае отсутствия по болезни или по другой уважительной причине обязательно предъявить преподавателю медицинскую справку или другой оправдательный документ.

9.5 Активно и творчески участвовать в учебном процессе.

9.6 Пропущенные по уважительной причине занятия отрабатывать в определенное преподавателем время.

9.7 В случае невыполнения заданий в установленные сроки итоговая сумма баллов рейтинга и оценка снижается.

9.8 Работая в учебном коллективе быть терпимым, открытым, откровенным и доброжелательным в отношениях с сокурсниками и преподавателями.

10 ИНФОРМАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ЗНАНИЙ

В процессе изучения дисциплины в соответствии с кредитной технологией обучения применяется балльно-рейтинговая система – в течение всего периода семестра (15 недель) предусматривается постоянный контроль качества работы студентов и полученных на разных этапах изучения дисциплины знаний. При этом предусматривается производить контрольные мероприятия трех видов.

Текущий контроль (до 45 баллов) включает посещение занятий и работу на лабораторно-практических и лекционных занятиях, решение задач, устный опрос, блиц-тестирование, выполнение и контроль домашних заданий, проверку наличия и качества ведения конспектов лекций.

Промежуточный контроль (до 15 баллов) предусматривает два рубежных контроля – сдачу 2-х модулей, оцениваемых до 7,5 баллов каждый.

Итоговый контроль (до 40 баллов) – заключается в сдаче экзамена. Экзамен проводится в форме тестирования на компьютере. По решению кафедры экзамен может проводиться контактным методом с письменными ответами.

Каждый из трех указанных видов контроля учитывает активность студента и качество изучения материала дисциплины, поэтому может быть оценен отдельно

11 ПОЛИТИКА ВЫСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНОК

В процессе изучения дисциплины с целью поощрения активно работающих и побуждения к нормальной учебной работе недобросовестных студентов применяется система дополнительных баллов рейтинга, которые могут быть положительными или отрицательными и, соответственно, добавляться к суммарной оценке или вычитаться из нее.

За наличие и качество оформления конспектов лекций и тетрадей для лабораторно-практических занятий ± 1 баллов.

За активное творческое отношение к учебному процессу ± 1 балла.

За внеплановые углубленные занятия по дисциплине (научная работа на кафедре, написание рефератов, участие в конференциях, разработка и изготовление лабораторных установок) + 1,5 баллов.

За каждый пропуск занятия без уважительной причины –1 балл.

За невыполненное домашнее задание –1 балл.

За неудовлетворительный ответ на занятиях –1 балл.

Примечание: после успешной отработки и защиты пропущенных занятий, невыполненных домашних заданий и полного ответа по несвоевременно подготовленной теме минусовые баллы аннулируются.

СХЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

	ВИДЫ ЗАНЯТИЙ И РАБОТ СТУДЕНТОВ	КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ MIN/ MAX
I	<i>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ:</i>	45...22.5
II	<i>ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ:</i>	15...7.5
	ИТОГО:	60...30
III	<i>ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ</i>	40...20
	ВСЕГО	100...50

СХЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ НА ЭКЗАМЕНЕ

	ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ОЦЕНКА	ОЦЕНКА В БАЛЛАХ (В %)
1.	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	50...74
2.	ХОРОШО	75...89
3.	ОТЛИЧНО	90...100

ШКАЛА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	Процентное содержание баллов	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	ОТЛИЧНО
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	ХОРОШО
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
F	0	0-49	НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО

График выполнения и сдачи заданий

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность	Форма контроля	Срок сдачи
Сдача СРСП, СРС	Изучение материалов по теме	Методические инструкции	1 - 7 неделя	Текущий	Еженедельно, согласно расписания
Посещение занятий	Изучение материалов по теме		1 - 7 неделя	Текущий	Еженедельно, согласно расписания
Рубежный контроль 1	Тестирование		7 неделя	Промежуточный	7 неделя
Сдача СРСП, СРС	Изучение материалов по теме	Методические инструкции	8 - 15 неделя	Текущий	Еженедельно, согласно расписания
Посещение занятий	Изучение материалов по теме		8 - 15 неделя	Текущий	Еженедельно, согласно расписания
Рубежный контроль 2	Тестирование		15 неделя	Промежуточный	15 неделя

Учебно-методическая карта обеспечения дисциплины

Автор	Наименование	Издательство, дата опубликования	Количество экземпляров	
			В библиотеке	На кафедре
Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox	Advanced Dairy Chemistry Volume 1A: Proteins: Basic Aspects	4th Edition, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Springer Science+Business Media New York, 2013	E	
P. F. Fox, T. Uniacke-Lowe, P.L.H. McSweeney, J.A O'Mahony	Dairy Chemistry and Biochemistry	Second Edition, Springer International Publishing Switzerland, 2015	E	
К.К. Горбатова, П.И. Гунькова	Биохимия молока и молочных продуктов	Санкт-Петербург ГИОРД, 2010	E	
О.А. Шейфель	Биохимия молока и молочных продуктов. конспект лекций	Кемерово, 2010	E	
И.С. Хамагаева, Р.А.Васильева, и др.	Лабораторный практикум по технологии молока и молочных продуктов	Улан-Удэ, 2000	E	
А.М. Шалыгина	Технология молока и молочных продуктов	«КОЛОСС» Москва, 2003	E	
Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox	Advanced Dairy Chemistry Volume 1A: Proteins: Basic Aspects	4th Edition, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Springer Science+Business Media New York, 2013	E	
A. K. Haghi	Food Science. Research and Technology	Apple Academic Press Inc., 2012	E	

Курс лекций

ЛЕКЦИЯ 1. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОКА

1.1 Средний химический состав молока

1.2 Вода в составе молока

1.1 Средний химический состав молока

Молоко представляет собой биологическую жидкость, которая образуется в молочной железе млекопитающих и предназначена для вскармливания новорожденного. Средний упрощенный состав коровьего молока представлен на рис. 1.

Химический состав молока не только определяет его пищевую и биологическую ценность, но и влияет на технологическую переработку, выход и качество готовой продукции.

Содержание отдельных компонентов в молоке не постоянно, оно изменяется в зависимости от стадии лактации, породы животных, состояния здоровья кормов, времени года, возраста, индивидуальных особенностей, условий содержания, техники доения и т.д.



Рис.1. Средний химический состав коровьего молока

1.2 Вода в составе молока

Вода выполняет разнообразные функции и играет важную роль в биохимических процессах. Она является растворителем органических и неорганических веществ. В водной среде проходят все многочисленные реакции живого организма. В некоторых реакциях вода принимает непосредственное участие (реакции гидролиза, окисления веществ и др.).

В молоке содержится в среднем 88 % воды (с колебаниями от 86 до 89 %). Вода, входящая в состав молока и молочных продуктов, неоднородна по физико-химическим свойствам, и роль ее неодинакова.

Большая часть воды молока (84,5 - 85%) находится в свободном состоянии, т. е. может принимать участие в биохимических реакциях. Свободная вода молока представляет собой раствор различных органических и неорганических веществ (сахара, солей и пр.). Ее легко можно превратить в состояние льда при замораживании молока или удалить при сгущении и высушивании.

Меньшая часть (3 - 3,5%) воды находится в связанном состоянии. Существует 2 формы связи воды в молоке:

1. *Адсорбционно связанная вода* удерживается молекулярными силами около поверхности коллоидных частиц (белков, фосфолипидов, полисахаридов). При адсорбировании диполи воды располагаются несколькими слоями вокруг гидрофильных центров белковой молекулы (рис.2).

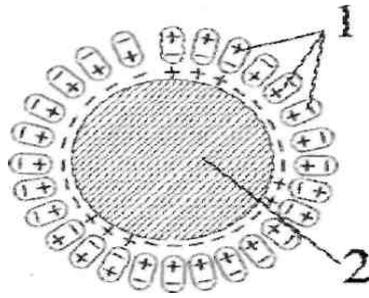


Рис. 2. Схема гидратной оболочки белковой молекулы: 1 – диполи воды; 2 - белок

Первый слой (ориентированные неподвижные молекулы воды, прочно связанные с белком) называют *гидратной* или *водной* оболочкой. От свойств гидратных оболочек зависит стабильность белковых частиц, а также жировых шариков молока. Последующие слои молекул воды связаны с белком менее прочными связями, и по свойствам она не отличается от свободной воды.

2. Особая форма связанной воды - *химически связанная вода*. Это вода кристаллогидратов, или кристаллизационная вода. В молоке кристаллизационная вода связана с кристаллами молочного сахара ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot nH_2O$).

Связанная вода по своим свойствам отличается от свободной. Она не замерзает при низких температурах (ниже $-40^{\circ}C$), не растворяет соли, сахар. Связанную воду нельзя удалить из молока при высушивании. По количеству связанной воды обычно судят о гидрофильности белков, т.е. способности связывать всю влагу (влагу первого и последующих слоев).

Контрольные вопросы:

1. Каков средний химический состав коровьего молока?
2. Массовые доли каких составных частей молока контролируются на молочных предприятиях?
3. В каком состоянии находится вода в молоке?

ЛЕКЦИЯ 2. БЕЛКИ МОЛОКА

- 2.1 Общая характеристика, аминокислотный состав и структура белков
- 2.2 Классификация белков молока
- 2.3 Казеин
- 2.4 Сывороточные белки
- 2.5 Белки оболочек жировых шариков

2.1 Общая характеристика, аминокислотный состав и структура белков

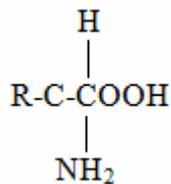
Белки - высокомолекулярные полимерные соединения, построенные из аминокислот. В их состав входит около 53 % углерода, 7% водорода, 22% кислорода, 15 - 17% азота и от 0,3 до 3% серы. В некоторых белках присутствуют фосфор, железо и другие элементы.

Все белки в зависимости от их строения и свойств делятся на две группы:

- простые, или протеины (от греч. *protos* - первый, важнейший) они состоят только из аминокислот;
- сложные, или протеиды, в молекуле протеидов помимо белковой части имеются соединения небелковой природы.

Белки выполняют многочисленные биологические функции - структурную, транспортную, защитную, каталитическую, гормональную и др.

В состав белков входят остатки 20 различных аминокислот. Общая формула аминокислот следующая:



Все аминокислоты содержат аминогруппу NH_2 , имеющую основной характер, и карбоксильную группу COOH , несущую кислые свойства.

Белкам свойственны различные структуры. Последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи называют *первичной структурой* белка (рис. 3, а). Она специфична для каждого белка.

В молекуле белка полипептидная цепь частично закручена в виде α -спирали, витки которой скреплены водородными связями.

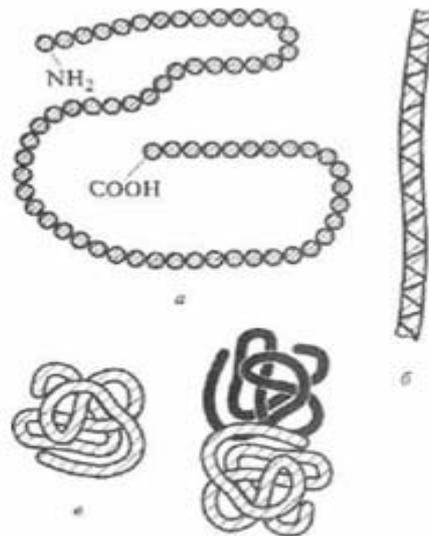


Рис. 3. Структуры белковых молекул

а) первичная; б) вторичная;
в) третичная; г) четвертичная

Вид спирали характеризует *вторичную структуру* (рис. 3, б). Возможна также слоисто-складчатая структура.

Пространственное расположение полипептидной цепи определяет *третичную структуру* белка (рис. 3, в). В зависимости от пространственного расположения полипептидной цепи форма молекул белков может быть различной. Если полипептидная цепь образует молекулу нитевидной формы, то белок называется *фибрилярным* (от лат. fibrilla - нить), если она уложена в виде клубка - *глобулярным* (от лат. globulus - шарик). *Четвертичная структура* характеризует способ расположения в пространстве отдельных полипептидных цепей в белковой молекуле.

Белки обладают большой молекулярной массой (от нескольких тысяч до нескольких миллионов). Вследствие большого размера белковых частиц водные растворы их представляют собой коллоидную систему, которая состоит из дисперсионной среды (растворитель) и дисперсной фазы (частицы растворенного вещества).

Благодаря присутствию в аминокислотных остатках групп, способных к ионизации (COOH , NH_2 и др.), белковые молекулы несут отрицательные и положительные заряды. Нарушение этих факторов устойчивости приводит к осаждению (коагуляции) частиц. Коагуляцию можно осуществить, добавляя в раствор белков дегидратирующие вещества (спирт, ацетон, сульфат аммония и некоторые другие соли), разрушающие гидратную оболочку. При этом происходит обратимое осаждение белков, т. е. при удалении этих веществ белки вновь переходят в нативное состояние.

При действии на белок солей тяжелых металлов, кислот и щелочей, а также при нагревании происходят необратимые реакции осаждения с потерей первоначальных свойств белка. Это явление называется *денатурацией*. Она характеризуется разрыванием полипептидной цепи бел-

ка, которая в нативной белковой молекуле была свернута. В результате развертывания полипептидных цепей на поверхность белковой молекулы выходят гидрофобные группы. При этом белок теряет растворимость, агрегирует и выпадает в осадок.

2.2 Классификация белков молока

В молоке содержится в среднем около 3,2% белков, колебания составляют от 2,9% до 3,5%. Белки, входящие в состав молока, имеют сложный состав, разнообразны по строению, физико-химическим свойствам и биологическим функциям.

Используя современные способы разделения и выделения белков, исследователи установили, что в состав молока входят три группы белков:

- казеин;
- сывороточные белки;
- белки оболочек жировых шариков.

На рис. 4 представлен фракционный состав белков молока.

Биологические функции белков молока многообразны. Так, казеин является собственно пищевым белком, выполняющим в организме новорожденного структурную функцию. Кроме того, казеин транспортирует в составе своих частиц кальций, фосфор и магний. Транспортные функции также выполняют лактоферрин и β -лактоглобулин, иммуноглобулины обладают защитными функциями, α -лактальбумин - регуляторными и т. д.

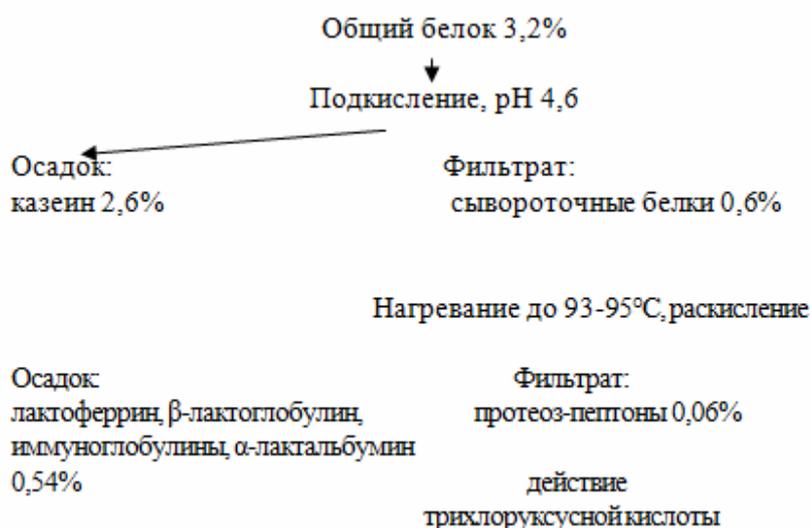


Рис. 4. Схема фракционного состава белков молока

2.3 Казеин

Казеин является главным белком молока, его содержание колеблется от 2,1 до 2,9%. Элементарный состав казеина (в %) следующий: углерод - 53,1; водород - 7,1; кислород - 22,8; азот - 15,4; сера - 0,8; фосфор - 0,8. Он содержит несколько фракций, отличающихся аминокислотным составом, отношением к ионам кальция и сычужному ферменту.

В молоке казеин находится в виде специфических частиц, или мицелл, представляющих собой сложные комплексы фракций казеина с коллоидным фосфатом кальция.

Казеин – комплекс 4 фракций: α_{s1} , α_{s2} , β , χ . Фракции имеют различный аминокислотный состав и отличаются друг от друга заменой одного или двух аминокислотных остатков в полипептидной цепи. α_s - и β – Казеины наиболее чувствительны к ионам кальция и в присутствии их они агрегируют и выпадают в осадок. χ - Казеин не осаждается ионами кальция и в казеиновых мицеллах, располагаясь на поверхности, выполняет защитную роль по отношению к чувствительным α_s - и β – казеину. Однако χ – казеин чувствителен к сычужному ферменту и под его воздействием распадается на 2 части: гидрофобный пара - χ -казеин и гидрофильный макропротеид.

Полярные группы, находящиеся на поверхности и внутри казеиновых мицелл (NH_2 , COOH , OH и др.), связывают значительное количество воды — около 3,7 г на 1 г белка. Способность

казеина связывать воду характеризует его *гидрофильные свойства*. Гидрофильные свойства казеина зависят от структуры, величины заряда белковой молекулы, рН среды, концентрации солей и других факторов. Они имеют большое практическое значение. От гидрофильных свойств казеина зависит устойчивость казеиновых мицелл в молоке. Гидрофильные свойства казеина влияют на способность кислотного и кислотно-сычужного сгустка удерживать и выделять влагу. Изменение гидрофильных свойств казеина необходимо учитывать при выборе режима пастеризации в процессе производства кисломолочных продуктов и молочных консервов. От гидрофильных свойств казеина и продуктов его распада зависят водосвязывающая и влагоудерживающая способность сырной массы при созревании сыров, консистенция готового продукта.

Казеин в молоке содержится в виде сложного комплекса казеината кальция с коллоидным фосфатом кальция, так называемого казеинаткальцийфосфатного комплекса (ККФК). В состав ККФК также входит небольшое количество лимонной кислоты, магния, калия и натрия.

2.4 Сывоточные белки

После осаждения казеина из молока кислотой (при рН 4,6 - 4,7) в сывотке остается около 0,6 % белков, которые называют *сывоточными*. Они состоят из β -лактоглобулина, α -лактальбумина, иммуноглобулинов, альбумина сывотки крови, лактоферрина.

β -Лактоглобулин, α -лактальбумин и иммуноглобулины выполняют важные биологические функции и имеют большое промышленное значение, вследствие высокого содержания незаменимых и серосодержащих аминокислот. Из сывотки их выделяют в нативном состоянии с помощью ультрафильтрации и применяют для обогащения различных пищевых продуктов.

Альбумин сывотки крови содержится в молоке в незначительных количествах и не имеет практического значения. Лактоферрин, несмотря на малое содержание, выполняет важные биологические функции и необходим для организма новорожденного.

β -Лактоглобулин. β -Лактоглобулин составляет 50 - 54% белков сывотки (или 7 - 12% всех белков молока). Он имеет изоэлектрическую точку при рН 5,1. При пастеризации молока денатурированный β -лактоглобулин вместе с $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ выпадает в осадок в составе молочного камня и образует комплексы с χ -казеином казеиновых мицелл (осаждаясь вместе с ними при коагуляции казеина). Он не свертывается сычужным ферментом и не коагулирует в изоэлектрической точке в силу своей большой гидратированности.

α -Лактальбумин. В сывоточных белках α -лактальбумин занимает второе место после β -лактоглобулина (его содержание составляет 20 - 25% сывоточных белков, или 2 - 5% общего количества белков). α -Лактальбумин устойчив к нагреванию, он является самой термостабильной частью сывоточных белков. Он является специфическим белком, необходимым для синтеза лактозы из галактозы и глюкозы.

Имуноглобулины. В обычном молоке иммуноглобулинов содержится мало, в молозиве они составляют основную массу (до 90%) сывоточных белков.

Имуноглобулины объединяют группу высокомолекулярных белков, обладающих свойствами антител. *Антитела* - вещества, образующиеся в организме животного при введении в него различных чужеродных белков (антигенов) и нейтрализующие их вредное действие.

Имуноглобулины молока имеют большую молекулярную массу (150 000 и выше), в своем составе содержат углеводы, термолабильны, т. е. коагулируют при нагревании молока до температуры выше 70°C.

Лактоферрин. Представляет собой гликопротеид молекулярной массой около 76 000, содержит железо. В молоке содержится в малых количествах (менее 0,3 мг/мл), в молозиве его в 10 - 15 раз больше.

2.5 Белки оболочек жировых шариков

К ним относятся белки, являющиеся структурными элементами оболочек жировых шариков и способствующие их стабильности во время технологической обработки. Они могут быть прочно встроенными во внутренний липидный слой оболочки, пронизывать ее или располагаться на внешней поверхности оболочки. Некоторые из них обладают свойствами ферментов.

Контрольные вопросы:

1. Что представляют собой белки? Их основные свойства и состав.
2. Перечислите главные белки молока и их биологические функции.
3. Дайте характеристику казеина и его фракциям.
4. Назовите основные сывороточные белки.

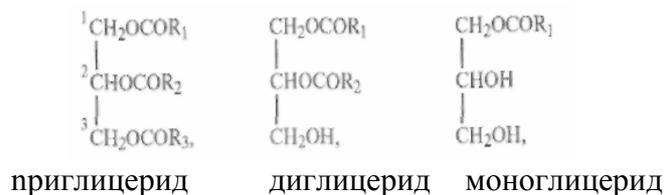
ЛЕКЦИЯ 3. МОЛОЧНЫЙ ЖИР

- 3.1 Общая характеристика липидов
- 3.2 Характеристика молочного жира
- 3.3 Фосфолипиды, стеарины и другие липиды

3.1 Общая характеристика липидов

Липиды (от греч. lípos - жир) - это общее название жиров и жироподобных веществ, обладающих одинаковыми физико-химическими свойствами. Липиды не растворяются в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях (эфире, хлороформе, ацетоне и др.). К ним относятся нейтральные жиры, фосфолипиды, гликолипиды, стеринны и др.

Нейтральные жиры представляют собой смесь сложных эфиров трехатомного спирта глицерина и жирных кислот - триглицеридов. Все они построены по следующему типу:



В нейтральных жирах обнаружено несколько десятков различных жирных кислот, которые делят на насыщенные и ненасыщенные. Чаше других встречаются из насыщенных жирных кислот:

- пальмитиновая $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$,
- стеариновая $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$;

из ненасыщенных жирных кислот:

- олеиновая $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$,
- линолевая $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$,
- линоленовая $\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$,
- арахидоновая $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_4-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$.

Три последние полиненасыщенные жирные кислоты незаменимые, так как не синтезируются в организме.

3.2 Характеристика молочного жира

Содержание молочного жира в молоке колеблется от 2,8 до 4,5%. По химическому строению молочный жир ничем не отличается от других жиров. Он представляет собой смесь многочисленных триглицеридов (содержание ди- и моноглицеридов составляет всего 1,2 - 2,6% всех глицеридов). Триглицериды молочного жира содержат, как правило, остатки разных кислот.

Молочный жир, выделенный из молока, содержит сопутствующие жироподобные вещества, или природные примеси. К ним относятся фосфолипиды, гликолипиды, стеринны, жирорастворимые пигменты (каротин и др.), витамины (А, D, E). Несмотря на незначительное количество примесей, некоторые из них существенным образом влияют на пищевую ценность молочного жира. Так, фосфолипиды способствуют обмену липидов, стеринны служат исходным материалом для синтеза витамина D, каротин - для образования витамина А, витамин E является естественным антиокислителем жира и т. д.

Жиринокислотный и триглицеридный состав. В состав молочного жира входит свыше 100 жирных кислот.

Жиринокислотный состав молочного жира зависит от рационов кормления, стадии лактации, времени года, породы животных и т. д. В составе жира преобладают насыщенные жирные

кислоты, среднее количество которых составляет 65% (колебания от 53 до 77%). Содержание ненасыщенных кислот в среднем равно 35% (при колебании летом 34 - 47%, зимой - 25-39%).

Из насыщенных жирных кислот в молочном жире преобладают пальмитиновая, миристиновая и стеариновая, среди ненасыщенных - олеиновая кислота. Олеиновой и стеариновой кислот в жире содержится больше летом, а миристиновой и пальмитиновой - зимой.

По сравнению с жирами животного и растительного происхождения молочный жир характеризуется большим количеством низкомолекулярных насыщенных жирных кислот - масляной, капроновой, каприловой и каприновой. Их содержание в течение года колеблется от 7,4 до 9,5%. Кроме того, только молочный жир содержит 2,5 - 7% трансизомеров олеиновой кислоты - элаидиновую и вакценовую кислоты.

По числу жирных кислот триглицериды разделяют на тринасыщенные, динасыщенно-мононенасыщенные, мононасыщенно-диненасыщенные и триненасыщенные. От их соотношения зависят физические свойства молочного жира (температура плавления, отвердевания и др.). Зимой в молочном жире увеличивается количество тринасыщенных и динасыщенно-мононенасыщенных триглицеридов. Летом их содержание снижается и возрастает количество легкоплавких триглицеридов, содержащих ненасыщенные жирные кислоты. По этой причине сливочное масло, выработанное летом, часто имеет мягкую консистенцию, выработанное зимой - твердую и крошливую.

Физико-химические свойства. Физико-химические свойства жиров определяются свойствами входящих в их состав жирных кислот. Для их характеристики служат так называемые константы, или физические и химические числа жиров. К важнейшим физическим числам относят температуру плавления и отвердевания, число рефракции, к химическим - число омыления, йодное число, число Рейхерта-Мейссля и число Поленске.

Температурой плавления жира считают температуру, при которой он переходит в жидкое состояние (и становится совершенно прозрачным). Молочный жир является смесью триглицеридов с различными температурами плавления, поэтому его переход в жидкое состояние происходит постепенно.

Температура отвердевания — температура, при которой жир приобретает твердую консистенцию.

Число рефракции характеризует способность жира преломлять луч света, проходящий через него. Чем больше в жире ненасыщенных и высокомолекулярных жирных кислот, тем выше коэффициент преломления, или число рефракции.

Число омыления определяется количеством миллиграммов гидроксида калия, которое необходимо для омыления 1 г жира. Оно характеризует молекулярный состав жирных кислот жира - чем больше в нем содержится низкомолекулярных кислот, тем оно выше.

Йодное число показывает содержание в жире ненасыщенных жирных кислот. Оно выражается в граммах йода, которые связываются 100 г жира. Йодное число молочного жира зависит от стадии лактации, сезона года, кормов. Оно повышается летом и понижается зимой.

Число Рейхерта-Мейссля характеризует содержание в жире летучих, растворимых в воде жирных кислот (масляной и капроновой). Молочный жир, в отличие от других жиров, имеет высокое число Рейхерта-Мейссля. Поэтому по его величине судят о натуральности молочного жира.

Число Поленске показывает количество в жире летучих, нерастворимых в воде жирных кислот (каприловой, каприновой и частично лауриновой).

3.3 Фосфолипиды, стеарины и другие липиды

Наиболее распространенные фосфолипиды молока - лецитин (от греч. *lekitos* — яичный желток) и кефалин (от лат. *serphalus* -голова), на их долю приходится свыше 60% всех фосфолипидов. Основная часть фосфолипидов молока (60 - 70%) входит в состав оболочек жировых шариков. Их количество в молочном жире вместе с гликолипидами составляет около 1%. Небольшая часть фосфолипидов находится в плазме молока в виде комплексов с белками.

Фосфолипиды обладают способностью эмульгировать жиры и легко образуют комплексы с белками. Так, липопроteidный (лецитино-белковый) комплекс входит в состав оболочек жировых шариков и обеспечивает стойкость жировой эмульсии молока.

Вследствие большого содержания полиненасыщенных жирных кислот фосфолипиды легко окисляются кислородом воздуха (образующиеся в результате окисления альдегида могут быть

причиной появления в жире посторонних привкусов). Они обладают также свойствами слабых антиоксидантов (антиоксидантов) и могут усиливать действие истинных антиоксидантов.

При гомогенизации и пастеризации молока часть фосфолипидов (5 - 15%) переходит из оболочек жировых шариков в водную фазу.

Стерины молока представлены в основном холестерином, но в небольших количествах могут встречаться другие стерины животного и растительного происхождения. Содержание стерина в молоке составляет 0,012 - 0,014%. Они, как и фосфолипиды, находятся в оболочках жировых шариков.

Окраска молочного жира и молока обусловлена наличием в них жирорастворимого пигмента оранжевого цвета - каротина, входящего в группу *каротиноидов*. Содержание каротина в молоке зависит от состава корма, сезона года и породы животных. Летом в молоке содержится 0,3 - 0,9 мг/кг каротина, зимой - 0,05 - 0,2 мг/кг. Зимой и особенно весной, когда животные получают недостаточное количество каротина с кормами, его содержание в молоке снижается. Сезонные колебания цвета сливочного масла также связаны с изменением содержания каротина в корме животных.

Пастеризация и стерилизация молока незначительно разрушают каротин (на 10 - 13%). При хранении молока и масла на свету его содержание снижается.

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой молочный жир?
2. Перечислите физические и химические свойства молочного жира.

ЛЕКЦИЯ 4. УГЛЕВОДЫ МОЛОКА

4.1 Общая характеристика углеводов

4.2 Молочный сахар

4.3 Другие углеводы молока

4.1 Общая характеристика углеводов

Углеводы представляют собой альдегиды или кетоны многоатомных спиртов и полимеры этих соединений. Их делят на моносахариды, олигосахариды и полисахариды.

Углеводы выполняют главным образом энергетическую функцию, а также принимают участие в построении сложных органических соединений (гликопротеидов и др.), выполняющих важную физиологическую роль.

К моносахаридам относятся простые сахара, содержащие три и более углеродных атома: глюкоза, галактоза и, фруктоза, арабиноза, рибоза и ксилоза

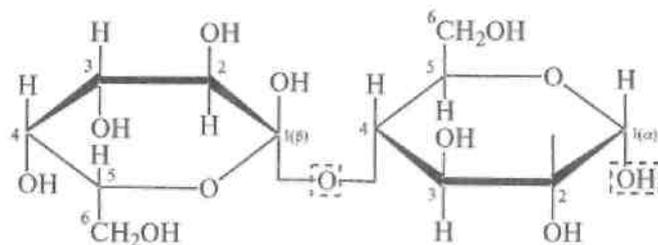
К олигосахаридам относятся: сахароза, мальтоза и *лактоза*, к полисахаридам – крахмал, клетчатка и пектин.

Основным углеводом молока является молочный сахар, или лактоза. Наряду с лактозой в молоке содержатся другие углеводы: моносахариды (глюкоза и галактоза) и их производные, а также трисахариды и более сложные олигосахариды. Лактоза и часть моносахаридов находятся в сыворотке в свободном состоянии (в виде истинного раствора), часть моносахаридов и их производных входит в состав углеводных компонентов гликопротеидов. Молочный сахар выполняет главным образом энергетическую функцию и, кроме того, как и другие олигосахариды, является стимулятором роста полезной микрофлоры кишечника новорожденного.

4.2 Молочный сахар

Содержание лактозы в молоке коров составляет в среднем 4,6% (4,4 - 4,9%).

Лактоза - дисахарид, построенный из остатков D-глюкозы и D-галактозы, соединенных связью 1→4,



Остаток галактозы

Остаток глюкозы

α -Лактоза

Лактоза в 5 - 6 раз менее сладкая, чем сахароза, и хуже растворяется в воде.

В молоке молочный сахар находится в двух формах: α и β . При 20°C содержится 40% α -лактозы и 60% β -лактозы. α -Форма менее растворима, чем β -форма. Обе формы могут переходить одна в другую, скорость перехода одной формы в другую зависит от температуры.

Из водных растворов лактоза кристаллизуется с одной молекулой кристаллизационной воды в α -гидратной форме. В такой форме ее получают из молочной сыворотки и используют в производстве пенициллина, в пищевой и фармацевтической промышленности. Кристаллизация лактозы при выработке сгущенного молока с сахаром - очень важная технологическая операция, обуславливающая качество молочных консервов.

При нагревании молока до температуры выше 100°C (особенно при стерилизации и высокотемпературной обработке) молочный сахар частично превращается в лактулозу. Лактулоза отличается от молочного сахара тем, что содержит вместо остатка глюкозы остаток фруктозы. Лактулоза хорошо растворяется в воде (не кристаллизуется даже в концентрированных растворах), в 1,5 - 2 раза более сладкая, чем лактоза. Ее широко применяют в производстве продуктов детского питания, так как кроме перечисленных положительных свойств лактулоза стимулирует развитие бифидобактерий в кишечнике детей. Обычно при выработке сухих молочных продуктов для детского питания используют смесь лактулозы с лактозой - лакто-лактuloзу.

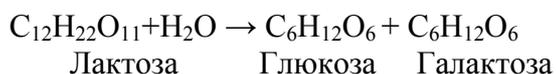
При высоких температурах нагревания (160 - 180°C) молочный сахар карамелизуется и раствор лактозы приобретает коричневую окраску. При принятых в молочной промышленности режимах тепловой обработки молока карамелизации лактозы почти не происходит.

Нагревание молока при температуре выше 95°C вызывает его легкое побурение. Оно обусловлено не карамелизацией, а реакцией между лактозой, белками и некоторыми свободными аминокислотами (реакция Майара, или Мейлларда). В результате реакции образуются *меланоидины* (от греч. *melanos* - черный) - вещества темного цвета с явно выраженным привкусом карамелизации. Химический

Молочный сахар под действием разбавленных кислот гидролизуется. При этом он распадается на D-галактозу и D-глюкозу, которые затем превращаются в альдегиды и кислоты. Молочный сахар гидролизуется также под действием лактазы, выделяемой молочнокислыми бактериями, дрожжами и другими микроорганизмами

Брожение. Это процесс глубокого распада молочного сахара (без участия кислорода) под действием ферментов микроорганизмов. При брожении молочный сахар распадается на более простые соединения: кислоты, спирт, углекислый газ и пр. В результате выделяется энергия, необходимая для жизнедеятельности организмов. В зависимости от образующихся продуктов различают молочнокислое, спиртовое, пропионовокислое, маслянокислое и другие виды брожения.

Все виды брожения до образования пировиноградной кислоты идут по одному и тому же пути. На первой стадии молочный сахар под влиянием лактазы распадается на моносахариды: глюкозу и галактозу (галактоза не подвергается непосредственному брожению и переходит в глюкозу)



В дальнейшем глюкоза вовлекается в целый ряд ферментативных реакций. Из каждой молекулы глюкозы образуется две молекулы пировиноградной кислоты.



Последующие превращения пировиноградной кислоты (в зависимости от вида брожения) идут в разных направлениях, которые определяются специфическими особенностями (составом ферментов) микроорганизмов.

Молочнокислородное брожение - основной процесс при производстве кисломолочных продуктов, сыров, кисло-сливочного масла. Спиртовое брожение происходит при выработке кефира, кумыса и ацидофильно-дрожжевого молока. Пропионовокислородное брожение играет важную роль в созревании сыров с высокой температурой второго нагревания (швейцарский, советский и др.). Маслянокислородное брожение при производстве молочных продуктов нежелательно, так как является причиной появления в кисломолочных продуктах неприятного вкуса и запаха, а в сырах - вспучивания.

4.3 Другие углеводы молока

В молоке обнаружены в свободном состоянии моносахариды (главным образом, глюкоза и галактоза) и их фосфорные эфиры.

Моносахариды и их фосфорные эфиры - важнейшие промежуточные соединения процесса синтеза лактозы и других олигосахаридов молока.

Часть моносахаридов молока и их аминопроизводные содержатся в связанном состоянии. Они входят в состав сложных олигосахаридов, χ -казеина, иммуноглобулинов, лактоферрина и др.

В коровьем молоке в виде следов находятся олигосахариды, они выполняют важную специфическую функцию - стимулируют рост бифидобактерий в кишечнике новорожденного. Коровье молоко много беднее этими олигосахаридами по сравнению с женским молоком.

Контрольные вопросы:

1. Напишите формулу лактозы и опишите ее свойства.
2. Основные виды брожения лактозы?
3. Какие углеводы встречаются в молоке?

ЛЕКЦИЯ 5. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ФЕРМЕНТЫ В СОСТАВЕ МОЛОКА

5.1 Минеральные вещества

5.2 Ферменты

5.3 Оксидоредуктазы

5.4 Гидролитические и другие ферменты

5.1 Минеральные вещества

Минеральные, или зольные, вещества встречаются в организмах в различных количествах. В зависимости от содержания их разделяют на макроэлементы (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S) и микроэлементы (Fe, Cu, Zn, I и др.).

Минеральные вещества выполняют разнообразные функции. Они обеспечивают построение костной ткани (Ca, P, Mg), создают осмотическое давление и буферные системы крови (Na, K), входят в состав некоторых гормонов (I, Zn, Cu), ферментов и витаминов (Fe, Co) и т. д.

В золе молока, содержание которой составляет 0,7 - 0,8%, обнаружены следующие элементы: Ca, Mg, P, Na, K, Cl, S, Fe, Cu, Co, I, F, Mn, Zn и др. (рис. 4). В молоке данные элементы содержатся в виде катионов и анионов, в прочном соединении с органическими веществами (в составе белков, ферментов, нуклеиновых кислот) и др.

Макроэлементы. Среднее содержание наиболее важных макроэлементов в молоке (в мг%) следующее: кальций - 120, фосфор - 95, калий - 140, натрий - 50, магний - 12, хлор - 100.

Большое значение для человека, особенно в детском возрасте, имеют соли кальция, поступающие из молока и молочных продуктов.

Кальций находится в молоке в легко усвояемой и хорошо сбалансированной с фосфором форме. Соли кальция имеют огромное значение для процессов переработки молока. Например, недостаточное количество солей (ионов) кальция обуславливает медленное сычужное свертывание молока (в сыроделии считается нормальным содержание 125 - 130 мг% кальция в молоке), а их избыток вызывает коагуляцию белков молока при стерилизации.

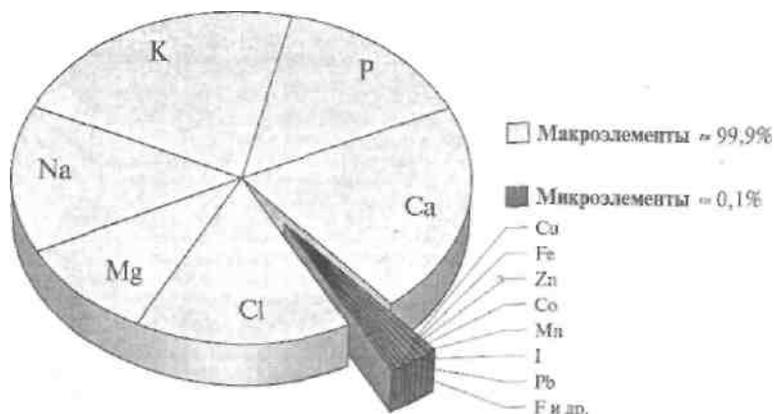


Рис. 4. Минеральные вещества молока

Содержание кальция в молоке колеблется от 100 до 140 мг%. Около 22% всего количества кальция прочно связано с казеином (от его содержания зависят размер казеиновых мицелл и их устойчивость), остальные 78% составляют фосфаты и цитраты. Большая часть этих солей (в основном фосфаты кальция) содержится в коллоидном состоянии (в виде агрегатов молекул) и небольшая часть (около 30%) - в виде истинного раствора.

Соли калия и натрия содержатся в ионно-молекулярном состоянии в виде хорошо диссоциирующих хлоридов, фосфатов и цитратов. Содержание калия в молоке колеблется от 113 до 170 мг%, натрия - от 30 до 77 мг%. Соли калия и натрия имеют большое физиологическое значение. Они создают нормальное осмотическое давление крови и молока и обуславливают их буферную емкость. Кроме того, фосфаты и цитраты калия и натрия обеспечивают так называемое *солевое равновесие молока*, т. е. определенное соотношение между катионами кальция (и магния) и анионами фосфатов и цитратов. Иначе говоря, фосфаты и цитраты калия и натрия регулируют в молоке количество ионизированного кальция, влияющего на размеры и стабильность казеиновых мицелл.

Содержание хлоридов в нормальном молоке колеблется от 80 до 110 мг%. При заболевании животных маститом их количество в молоке резко повышается до 120 - 165 мг% и выше.

Микроэлементы. К ним относят медь, железо, цинк, кобальт, марганец, йод, фтор, селен, свинец и некоторые другие элементы.

В молоке микроэлементы связаны с белками и оболочками жировых шариков. Их содержание зависит от рационов кормления, стадии лактации, состояния здоровья животных.

Микроэлементы влияют на пищевую ценность и качество молока и молочных продуктов. Следует отметить, что коровье молоко при высокой пищевой ценности содержит мало железа и меди, поэтому при производстве сухих молочных продуктов детского питания в молочную основу добавляют глицерофосфат железа, сульфат меди и другие соли.

Микроэлементы могут попадать в молоко дополнительно после дойки (из воды, оборудования, тары и т. д.). Тогда они отрицательно влияют на качество молочных продуктов. Так, повышенное содержание меди и железа приводит к появлению в молоке окисленного привкуса, ускоряет процессы прогоркания и осаливания масла. Увеличенное количество в молоке свинца, кадмия, ртути может представлять угрозу для здоровья человека.

5.2 Ферменты

Ферменты (от лат. fermentum - закваска) - биологические катализаторы, ускоряющие химические реакции в живых организмах. Под действием ферментов крупные молекулы белков, углеводов, жиров расщепляются на более мелкие.

Ферменты ускоряют реакции в десятки тысяч и миллионы раз. Действие ферментов строго специфично, т. е. каждый фермент катализирует только одну химическую реакцию. Фермент соответствует своему *субстрату* (веществу, химическое превращение которого он катализирует).

Ферменты действуют при определенной температуре, pH среды; их активность зависит от наличия химических веществ - активаторов и ингибиторов. Оптимальная температура, т. е. температура, при которой наблюдается максимум активности ферментов, для большинства из них равна 40 - 50°C. При дальнейшем повышении температуры активность фермента снижается. При температуре 60-80°C белок, образующий фермент, денатурирует, и фермент инактивируется (теряет свою активность). При денатурации белка, как известно, происходит разрыв полипептидной цепи с потерей им биологических свойств.

Тепловая денатурация ферментов имеет важное практическое значение: пастеризация сырья способствует разрушению ферментов и предохраняет пищевые продукты от ферментативной порчи.

Важным фактором, влияющим на активность ферментов, является pH среды. Ферменты различаются по оптимальным для их действия значениям pH. При слишком кислой или щелочной реакции среды происходит денатурация фермента, и он теряет свою активность.

По химической природе ферменты представляют собой белковые вещества. Они могут быть простыми и сложными белками.

Ферменты называют по тому веществу, на которое они действуют, прибавляя к корню названия окончание «аза»: липаза, лактаза, пептидаза и пр. Ферменты подразделяют на шесть классов:

- оксидоредуктазы (ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции);
- трансферазы (ферменты, переносящие группы);
- гидролазы (гидролитические ферменты);
- лиазы (ферменты отщепления групп);
- изомеразы (ферменты изомеризации);
- синтетазы.

Из всех перечисленных классов ферментов наибольшее практическое значение имеют оксидоредуктазы и гидролазы.

Из молока, полученного при нормальных условиях от здорового животного, выделено более 20 истинных, или нативных, ферментов. Большая их часть образуется в клетках молочной железы и переходит в молоко во время секреции. Меньшая часть, переходит в молоко из крови животного.

В молоке ферменты находятся в свободном состоянии, а также связаны с казеиновыми мицеллами и оболочками жировых шариков.

5.3 Оксидоредуктазы

Оксидоредуктазы - это большая группа ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции в живых организмах. К ним относят дегидрогеназы, оксидазы, пероксидазу и каталазу.

Дегидрогеназы. Эти ферменты клетки молочной железы почти не вырабатывают. Разнообразные дегидрогеназы (редуктазы) накапливаются в молоке при размножении в нем бактерий. С увеличением количества бактерий в молоке активность редуктаз, как правило, возрастает. С помощью редуктазной пробы на молочных заводах устанавливают бактериальную обсемененность принимаемого молока. Дегидрогеназы, вырабатываемые молочнокислыми бактериями и дрожжами, имеют большое значение при молочнокислом и спиртовом брожении.

Пероксидаза. Фермент окисляет различные соединения с помощью пероксида водорода. Пероксидаза содержится в молоке в больших количествах, попадает в него из клеток молочной железы. Фермент довольно термостабилен, разрушается при температуре около 80°C. Реакцией на пероксидазу в молочной промышленности определяют эффективность пастеризации молока (проба на пероксидазу).

Каталаза. Этот фермент окисляет пероксид водорода. Каталаза переходит в молоко из тканей молочной железы, а также вырабатывается бактериями. Содержание нативной и бактериальной каталазы колеблется. В свежем молоке с низким содержанием микрофлоры и полученном от здоровых животных, каталазы содержится мало. В молозиве и молоке, полученном

от больных животных (мастит и другие заболевания), или бактериальнообсеменном ее содержание увеличено. Поэтому определение активности каталазы используют для контроля аномального молока.

5.4 Гидролитические и другие ферменты

К гидролитическим ферментам относят ферменты, ускоряющие расщепление жиров, углеводов, белков и других более сложных соединений на более простые (с присоединением воды). В молоке содержатся липазы, фосфатазы, протеазы, лактаза, амилаза, лизоцим и некоторые другие гидролитические ферменты.

Липазы. Ферменты катализируют гидролиз триглицеридов молочного жира. В молоке содержатся нативная и бактериальная липазы. Количество нативной липазы незначительно. Она связана, главным образом, с казеином (плазменная липаза), и лишь небольшая часть ее (около 1%) адсорбирована оболочками жировых шариков (мембранная липаза). Иногда происходит перераспределение плазменной липазы с белков на жировые шарики. При этом в результате гидролиза жира выделяются низкомолекулярные жирные кислоты (масляная, капроновая, каприловая) и молоко прогоркает.

Прогоркание молока в результате гидролиза жира под действием липаз (липолиз) может происходить в процессе хранения и после технологической обработки молока - перекачивания, гомогенизации и т. д.

Нативная липаза инактивируется при температуре пастеризации 80°C. Бактериальные липазы более термостабильны. Они разрушаются при 80 - 90°C.

Фосфатазы. Фермент фосфатаза гидролизует эфиры фосфорной кислоты. В свежесываемом молоке обнаружены щелочная фосфатаза (с оптимумом рН 9,6) и незначительное количество кислой фосфатазы (с оптимумом рН около 5). Фосфатазы попадают в молоко из клеток молочной железы. Щелочная фосфатаза концентрируется на оболочках жировых шариков, кислая связана с белками. Щелочная фосфатаза молока чувствительна к повышенной температуре, кислая фосфатаза термостабильна. Нагревание молока в течение 30 мин при 63°C, кратковременная и моментальная пастеризация при 74—85°C полностью разрушают щелочную фосфатазу. Высокая чувствительность фосфатазы к нагреванию была использована при разработке метода контроля эффективности пастеризации молока и сливок (фосфатазная проба).

Протеазы (протеолитические ферменты). Протеазы катализируют гидролиз пептидных связей белков и полипептидов. В молоке содержится небольшое количество нативной протеазы, переходящей из крови. Она вызывает гидролиз β -казеина. Фермент термостабилен, инактивируется при температуре выше 75°C. Микрофлора молока выделяет более активные протеазы, которые могут вызвать различные пороки молока и масла. Так, при размножении в молоке микрококков и гнилостных бактерий появляется горький вкус, при пониженной кислотности (35 - 40°Т) наблюдается его свертывание.

Молочнокислые бактерии вырабатывают малоактивные протеазы, которые, однако, имеют важное значение при созревании сыров. Активность протеолитических ферментов, выделяемых молочнокислыми палочками и стрептококками, различна. Палочки, по сравнению со стрептококками, выделяют более активные ферменты.

При производстве сыров для свертывания молока применяют протеолитический фермент животного происхождения - сычужный фермент (химозин). Известны заменители сычужного фермента — пепсин и протеолитические ферменты микробного происхождения.

Лактаза. Лактаза катализирует реакцию гидролитического расщепления лактозы на глюкозу и галактозу. Молочная железа фермент почти не вырабатывает, его выделяют молочнокислые бактерии и некоторые дрожжи. Лактаза имеет оптимум действия при рН 5 и температуре 40°C. В молочной промышленности применяют при выработке сгущенного молока с сахаром в производстве низко-лактозных молочных продуктов.

Амилаза. Этот гидролитический фермент катализирует расщепление крахмала до декстринов и мальтозы. В нормальном молоке содержится небольшое количество амилазы, при заболевании коров маститом ее содержание повышается. Амилаза имеет оптимум действия при рН 7,4 и температуре 37°C. Фермент инактивируется при пастеризации молока - нагревание до 63°C в течение 30 мин разрушает амилазу полностью.

Лизоцим (мурамидаза). Это очень важный фермент молока: он гидролизует связи в полисахаридах клеточных стенок бактерий и вызывает их гибель. Вместе с другими

антибактериальными факторами (иммуноглобулинами, лактоферрином, лактопероксидазой, лейкоцитами и др.) лизоцим обуславливает бактерицидные свойства свежесвыдоенного молока. Коровье молоко содержит небольшое количество лизоцима, в женском молоке его в 3000 раз больше. Он относится к основным белкам (имеет изоэлектрическую точку при pH 9,5), в кислой среде термостабилен.

Контрольные вопросы:

- 1 Назовите основные макроэлементы молока.
- 2 Назовите основные микроэлементы молока.
- 3 Дайте определения ферментов и расскажите об их свойствах.
- 4 Назовите окислительно-восстановительные ферменты молока.
- 5 Перечислите гидролитические ферменты молока.

ЛЕКЦИЯ 6. Витамины. Гормоны и газы. Посторонние химические вещества в составе молока

- 6.1 Жирорастворимые витамины
- 6.2 Водорастворимые витамины
- 6.3 Гормоны и газы
- 6.4 Посторонние химические вещества

6.1 Жирорастворимые витамины

Витамины (от лат. *vita* - жизнь) - низкомолекулярные соединения разнообразного химического строения, необходимые для нормальной жизнедеятельности животных, человека, растений и микроорганизмов. Витамины играют важную роль в обмене веществ. Отсутствие или недостаток в пище витаминов приводит к нарушению обмена веществ, и в конечном итоге к заболеваниям (авитаминозам и гиповитаминозам).

Витамины были открыты в 1880 г. русским ученым Н. И. Луниным. Он установил, что пища человека и животного кроме белков, жиров, углеводов и солей должна содержать незначительное количество каких-то неизвестных жизненно важных веществ. Позже польский ученый К. Функ назвал эти вещества витаминами. В настоящее время известно более 20 витаминов и выяснена их химическая природа. По признаку растворимости все витамины можно разделить на *жирорастворимые* (А, D, Е и К) и *водорастворимые* (витамины группы В, С и др.)

Молоко содержит практически все витамины, необходимые для нормального развития человека. Они попадают в него из поедаемого животными корма и синтезируются микрофлорой рубца. Содержание витаминов в молоке колеблется в зависимости от сезона года, стадии лактации, рационов кормления, породы и индивидуальных особенностей коров. Кроме того, содержание некоторых витаминов изменяется при хранении и тепловой обработке молока (пастеризации, сгущении, сушке).

Жирорастворимые витамины молока включены в оболочки жировых шариков, водорастворимые содержатся в свободном виде и в составе различных ферментов.

Витамин А (ретинол). Недостаток витамина А в организме человека вызывает заболевания глаз: куриную слепоту (утрата зрения в сумерках) и сухость роговицы (ксерофтальмия). Этот витамин участвует в окислительных процессах, протекающих в организме. Его считают витамином роста, он повышает сопротивляемость организма инфекционным заболеваниям и т. д.

Витамин А образуется и накапливается лишь в организме человека и животных. В растениях содержится желтый пигмент - β -каротин, из которого в животном организме образуется витамин А. В молоке витамина А содержится 0,004- 0,1 мг%. Молозиво содержит в 10 - 12 раз больше витамина А, чем молоко. Наиболее богаты витамином А молоко и сливки летне-осеннего периода, когда животные поедают зеленый корм, содержащий много каротина. Масло, выработанное из летнего молока, содержит в 4 раза больше витамина А, чем масло из зимнего молока.

Витамин D (кальциферол). Этот витамин регулирует фосфорно-кальциевый обмен в организме человека. Его недостаток в пище нарушает процесс отложения в костях солей кальция и фосфора, что приводит к заболеванию рахитом. Витамин D образуется в организме животных и человека при их ультрафиолетовом облучении. Молоко содержит сравнительно мало витамина D, летом его в 5 - 8 раз больше, чем зимой.

Витамин E (токоферолы). Недостаток витамина E вызывает стерильность (бесплодие) животных. Витамин E предохраняет жиры от окисления, т. е. обладает антиокислительными свойствами. Токоферолы синтезируются только в растениях (ими богаты растительные масла). В организм животных токоферолы попадают с растительными кормами. В молоке содержится в среднем 0,09 мг% витамина E, причем его количество летом больше, чем зимой.

Витамин K (витамин коагуляции крови). Этот витамин влияет на процесс свертывания крови. Содержится в зеленых растениях, в организме животных и человека синтезируется микрофлорой кишечника. В коровьем молоке витамин K содержится в незначительных количествах.

6.2 Водорастворимые витамины

Витамин B₁ (тиамин). Витамин B₁, имеет важное значение для обмена углеводов, жиров и белков. При недостатке витамина B₁, накапливается пировиноградная кислота, избыточное количество которой отрицательно действует на нервную ткань. Недостаток витамина вызывает расстройство нервной системы и заболевание «бери-бери», или полиневрит.

В молоке содержится, в среднем, 0,04% витамина B₁. Его количество в молоке в течение года почти постоянно и практически не зависит от корма. Способностью синтезировать витамин B₁, а также витамин B₂ обладают некоторые микроорганизмы заквасок. Поэтому его содержание в кисломолочных продуктах можно повысить путем применения активных заквасок.

Витамин B₂ (рибофлавин). Рибофлавин представляет собой желто-зеленый пигмент, который был впервые выделен из молочной сыворотки. При его недостатке нарушаются процессы окисления органических веществ, прекращается рост животных и т. д. Витамин B₂ синтезируется микрофлорой кишечника человека и животных.

Содержание витамина B₂ в среднем 0,28 мг%. В молозиве его содержится в 3- 4 раза больше, чем в молоке. Витамин поступает в молоко из корма и синтезируется микрофлорой рубца. Потребность человека в витамине B₂ удовлетворяется, в основном, за счет молочных продуктов.

Витамин PP (ниацин, никотиновая кислот.). При его недостатке возникают кожные заболевания (пеллагра), расстройство нервной системы и пищеварения. Витамин образуется микроорганизмами рубца животного.

В молоке содержится мало витамина PP. Оно, однако, богато триптофаном, из которого в организме человека синтезируется никотиновая кислота.

Витамин B₁₂ (кобаламин). Витамин обладает высокой биологической активностью. Недостаток витамина B₁₂ вызывает злокачественную анемию (злокачественное малокровие). Витамин B₁₂ в природе синтезируется, главным образом, микроорганизмами, которые и служат основным источником его промышленного получения. В организме человека и животных он не синтезируется. В молоке витамина B₁₂ содержится около 0,4 мкг на 100 г (суточная потребность составляет 3 мкг). Молоко и молочные продукты покрывают более 20% суточной потребности человека в витамине B₁₂.

Витамин C (аскорбиновая кислота). Она участвует в окислительно-восстановительных процессах, происходящих в организме. Недостаток витамина C в пище может вызывать цингу. В сыром молоке содержится 0,3 - 2,0 мг% витамина C. Витамин C синтезируется микрофлорой рубца, его содержание в молоке зависит от индивидуальных особенностей животного. Обычно оно повышается зимой и понижается летом.

При хранении молока количество аскорбиновой кислоты снижается. Свет действует разрушающе на аскорбиновую кислоту, поэтому при хранении молока в прозрачных бутылках потери витамина C составляют 50% и более. Лучше сохраняется витамин в бутылках из темного стекла и бумажных пакетах. Это важно учитывать при выпуске витаминизированного молока и кисломолочных напитков.

Витамины B₆, B₃ и другие. Витамин B₆ (пиридоксин) входит в состав ферментов. Содержание пиридоксина в молоке составляет 0,05 мг%.

В₃ (пантотеновая кислота), биотин, фолиевая кислота (фолацин) входят в состав ряда ферментов и имеют важное биологическое значение. Данные витамины необходимы для роста дрожжей и молочнокислых бактерий. Поэтому недостаток их в молоке весной может быть причиной плохого сквашивания молока при приготовлении бактериальных заквасок и выработке молочнокислых продуктов.

6.3 Гормоны и газы

В молоко из крови переходят гормоны (от греч. *hormaino* - привожу в движение, побуждаю) - химические стимуляторы, образующиеся в клетках желез внутренней секреции и регулирующие обмен веществ в организме. По химическому строению они могут быть пептидами и белками (пролактин, окситоцин, инсулин), стероидами (половые гормоны) и производными аминокислот (тироксин и др.).

Молоко при получении и обработке соприкасается с воздухом, газы которого растворяются в нем согласно общим законам растворимости газов в воде. Общее количество газов, растворенных в молоке, составляет около 80 - 120 мг в 1 кг молока. Из них на долю углекислого газа приходится 50 - 70%, кислорода - 5 - 10%, азота - 20 - 30%.

После выдаивания молока количество газов в нем уменьшается и устанавливается на определенном уровне. Затем в процессе хранения вследствие развития микрофлоры в молоке понижается содержание кислорода, поэтому по степени его снижения можно судить о качестве заготавливаемого молока.

6.4 Посторонние химические вещества

Из организма животного в молоко могут переходить различные химические вещества, опасные для здоровья человека. Некоторые из этих веществ затрудняют технологические процессы при выработке молочных продуктов, снижают их качество и пищевую ценность. К посторонним химическим веществам молока относятся антибиотики, пестициды, моющие и дезинфицирующие вещества, соли тяжелых металлов, радиоактивные вещества, токсины, нитраты, нитриты и пр.

Антибиотики. При лечении мастита и других заболеваний животных применяют пенициллин, стрептомицин, тетрациклины и другие антибиотики. Введенные антибиотики переходят в молоко и сохраняются в нем. Их содержание в молоке зависит от дозы, свойств введенного препарата и индивидуальных особенностей животного. В связи с этим молоко в течение 2 - 5 дней после применения пенициллина и других антибиотиков нельзя сдавать на молочные заводы.

Присутствие антибиотиков в молоке изменяет его свойства. Такое молоко при употреблении его в пищу может вызвать аллергические реакции у людей с повышенной чувствительностью к антибиотикам. Содержание в молоке антибиотиков, даже в небольших концентрациях, подавляет развитие молочнокислых бактерий, применяемых при производстве кисломолочных продуктов. Наиболее чувствительны к антибиотикам термофильный стрептококк и молочнокислые палочки. Антибиотики нарушают сычужное свертывание молока при производстве творога и сыра, что приводит к ухудшению качества этих продуктов. Поэтому на молочных заводах контролируют молоко на наличие антибиотиков.

Пестициды. В сельском хозяйстве для защиты растений и животных от вредителей и болезней применяют различные химические вещества — пестициды.

Пестициды попадают в организм животного и затем в молоко при обработке ими кожного покрова животного, а также с кормами, содержащими остатки этих веществ.

Фосфорорганические пестициды довольно быстро разрушаются в пищеварительном тракте животного и переходят в молоко в незначительных количествах. Выделение фосфорорганических соединений с молоком обычно заканчивается через 2 - 5 дней после обработки ими животных или скармливания кормов, обработанных этими препаратами.

Хлорорганические пестициды сильно токсичны и отличаются высокой стойкостью во внешней среде. Они могут сохраняться годами и, постепенно накапливаясь в почве, создают опасность для человека и животных. Поступившие в организм животного хлорорганические пестициды откладываются в его жировой ткани и длительное время (в течение 2 - 3 мес.) выделяются с молоком.

Поскольку молоко, содержащее хлорорганические пестициды, может приобретать токсические свойства и представлять опасность для здоровья людей, сдача на переработку молока с остатками этих химических средств защиты растений и животных запрещена.

Моющие и дезинфицирующие вещества. При недостаточно тщательном ополаскивании оборудования и системы трубопроводов водой после мойки и дезинфекции возможны случаи попадания в молоко моющих и дезинфицирующих средств, отрицательно влияющих на его сыропригодность и способность к сквашиванию. Наибольшую опасность представляют препараты, содержащие активный хлор и четырехзамещенные соединения аммония.

Соли тяжелых металлов и радиоактивные вещества. Ртуть, свинец, кадмий, попадая в организм животного из кормов, вдыхаемого воздуха и через кожный покров, откладываются в различных органах и тканях. В молоко выделяется лишь незначительная часть поступивших металлов, поэтому оно наименее загрязнено различными тяжелыми металлами. Так, среднее содержание ртути, свинца и кадмия в 1 л молока составляет 5 – 9 % допустимой суточной нормы поступления.

Большие количества тяжелых металлов могут выделяться в молоко при отравлении животных различными химическими препаратами. Отравления коров, например ртутью, возможны при использовании для кормовых целей зерна, потравленного ртутьорганическими соединениями (гранозаном, меркураном). При отравлении животных соединениями свинца, мышьяковистыми препаратами, медным купоросом в молоке содержится увеличенное количество свинца, мышьяка, меди.

Молоко загрязняется радиоактивными веществами, в основном, биологическим путем, т. е. по цепи почва - растения - животные - молоко. В России молоко, молочные и другие пищевые продукты животного и растительного происхождения контролируют на содержание в них опасных для здоровья человека радиоизотопов.

Молоко, загрязненное радиоизотопами выше предельно допустимых норм, необходимо перед употреблением предварительно очищать с помощью синтетических ионообменных смол. Из радиоактивно загрязненного молока можно вырабатывать сливочное и топленое масло, в которые переходит менее 1% радиоактивных изотопов от общего их количества в молоке.

Растительные, микробные яды и другие вещества. Иногда в молоко могут выделяться различные растительные яды (токсины), вызывающие отравления не только молодых животных, но и человека. В организм животных они попадают при поедании ядовитых растений (безвременник осенний, лютик и др.) или при скармливании им зерновых кормов с примесью ядовитых семян (куколь и др.), неумеренных количеств хлопчатниковых жмыхов, проросшего картофеля и др.

Сильнодействующие токсины могут выделяться некоторыми видами плесневых грибов (*Aspergillus*, *Fusarium* и др.). При поражении кормов (сено, солома, зерно и продукты их переработки) плесневыми грибами в них образуются и накапливаются так называемые *микотоксины*. Поэтому скармливание заплесневелых кормов может вызвать отравление животных и выделение части микотоксинов в молоко.

Пастеризация молока незначительно снижает токсичность микотоксинов. Поэтому молоко и другие пищевые продукты, загрязненные микотоксинами, представляют опасность для здоровья людей.

Причиной сильных отравлений молочными продуктами могут быть токсины бактериального происхождения, например, *энтеротоксины*, вырабатываемые коагулазоположительными стафилококками. Источники загрязнения молока стафилококками разнообразны - животные, больные маститом, люди с гнойничковыми поражениями рук, больные ангиной и т. д.

Энтеротоксины очень термостойки, они выдерживают пастеризацию и разрушаются только при кипячении молока в течение 2 ч. Энтеротоксины, оставшиеся в молоке после пастеризации, могут вызвать сильное пищевое отравление. Отравления иногда возникают при употреблении в пищу творога и сыра, выработанных из молока, обсемененного стафилококками.

Кроме перечисленных токсичных соединений молоко может содержать незначительное количество нитратов и нитритов, которые представляют опасность для здоровья человека.

Контрольные вопросы:

1 Назовите основные водорастворимые витамины молока.

2 Назовите основные жирорастворимые витамины молока.

ЛЕКЦИЯ 7. СОСТОЯНИЕ И СВОЙСТВА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МОЛОКА

7.1 Казеин

7.2 Молочный жир

7.3 Соли кальция

7.4 Физико-химические свойства

7.5 Органолептические свойства

7.6 Технологические свойства

7.1 Казеин

Составные части содержатся в молоке в различных агрегатных состояниях – в виде молекул или ионов (некоторые соли, лактоза, водорастворимые витамины и др.), в форме мелких коллоидных частиц (казеин, сывороточные белки, фосфат калия) или более крупных грубодиспергированных частиц (молочный жир).

В свежем молоке казеин содержится в виде мицелл почти сферической формы. Средний диаметр частиц составляет 70 – 100 нм. Казеиновые мицеллы состоят из субмицелл диаметром 10 – 20 нм. Субмицеллы представляют собой агрегированные фракции казеина, соединенные между собой гидрофобными связями и кальциевыми мостиками. При этом χ -казеин в состав субмицелл не входит, он располагается на поверхности мицелл. Соединение субмицелл в мицеллы происходит с помощью фосфата кальция и гидрофобных связей.

Казеиновые мицеллы сравнительно стабильны в свежем молоке. Они сохраняют свою устойчивость при нагревании молока и при его механической обработке (сепарирование, гомогенизация). Стабильность мицелл зависит от содержания в молоке растворимых солей кальция, химического состава казеина, рН молока и других факторов.

Устойчивость коллоидных частиц казеина в молоке обусловлена зарядом и гидрофильностью. Казеиновые мицеллы на своей поверхности несут положительно и отрицательно заряженные группы с преобладанием последних, т.е. имеют отрицательный заряд.

Между заряженными коллоидными частицами действуют силы взаимного притяжения и отталкивания. Если между частицами преобладают силы отталкивания, система в целом устойчива. При уменьшении сил отталкивания, коллоидные частицы при сближении слипаются, укрупняются и коагулируют. Минимальные силы отталкивания наблюдаются у белков в изоэлектрической точке. Коагуляцию белков можно вызвать различными способами, но любой из них должен сопровождаться снижением отрицательного заряда.

При выработке молочных продуктов коагуляцию казеина осуществляют с помощью кислот (кислотная коагуляция), сычужного фермента (сычужная коагуляция) и хлорида кальция (кальциевая коагуляция).

Сущность *кислотной коагуляции* сводится к нейтрализации отрицательных зарядов казеина положительно заряженными ионами водорода кислоты. В промышленности кислотную коагуляцию применяют при выработке кисломолочных продуктов, пищевого и технического казеина, копреципитатов. Для осаждения казеина применяют в основном молочную кислоту, образующуюся в результате молочнокислого брожения молочного сахара. При получении казеина и копреципитатов используют соляную кислоту.

Сущность *сычужной коагуляции* заключается в отщеплении от χ -казеина отрицательно заряженных гликомакропротеидов. Сычужную коагуляцию казеина применяют при производстве сыров, творога и казеина. При производстве творога и сыра также применяют совместное осаждение казеина сычужным ферментом и молочной кислотой.

Действие раствора хлорида кальция при кальциевой коагуляции связано со снижением отрицательного заряда казеина под влиянием положительно заряженных ионов кальция. Кальциевую коагуляцию применяют для осаждения молочных белков из обезжиренного молока. Коагуляцию хлоридом кальция обычно проводят при высокой температуре (90 – 95° С), поэтому она называется *термокальциевой коагуляцией*. Повышенная температура вызывает денатурацию сывороточных белков, которые коагулируют вместе с казеином. Белковый продукт, полученный на основе комплексного осаждения казеина и сывороточных белков, называется *молочным белком и копреципитатом*. Его используют для обогащения некоторых пищевых продуктов.

7.2 Молочный жир

Молоко – это типичная эмульсия жира в воде, которая при пониженных температурах переходит в суспензию.

Эмульсиями называются дисперсные системы двух нерастворимых друг в друге жидкостей, одна из которых в виде капелек диспергирована в другой. *Суспензия* – это взвесь твердых частиц в жидкости.

Молочный жир находится в плазме молока в виде жировых шариков, окруженных защитными пленками – лецитино-белковыми оболочками. Размеры и количество жировых шариков в молоке непостоянны и зависят от породы животных, стадии лактации, кормления и других факторов.

В оболочках жировых шариков обнаружены фосфолипиды, белки, стеарины, витамины (А, D, E), каротин, ферменты, металлы (медь, железо, кальций, калий и др.). Часть этих компонентов прочно встроена в оболочку, а другая часть адсорбирована наружной поверхностью оболочки после ее формирования, и поэтому легко переходит в плазму при механической и тепловой обработки молока. Оболочки жировых шариков имеют отрицательный заряд и поэтому взаимно отталкиваются, и сильно гидратированы. Внешний слой оболочки представляет собой студенистое вещество, с помощью которого крупные жировые шарики могут слипаться и подниматься на поверхность, образуя слой сливок.

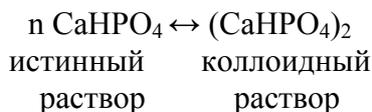
Жировая дисперсия в молоке достаточно устойчива - низкотемпературное нагревание молока, быстрое охлаждение до низких температур, механическое воздействие насосов, мешалок практически не разрушают оболочки жировых шариков. В процессе транспортирования, охлаждения и хранения, сепарирования, высокотемпературной тепловой обработки (пастеризации, стерилизации, сгущения, сушки) оболочки изменяют свой состав и свойства и могут частично разрушаться.

Оболочки жировых шариков могут быть полностью разрушены лишь специальным механическим воздействием (при производстве сливочного масла) или при действии химических веществ (концентрированных кислот, щелочей).

7.3 Соли кальция

Практический интерес представляют соли фосфорной кислоты. Они могут быть в виде фосфата $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, гидрофосфата CaHPO_4 , дигидрофосфата $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.

Одна часть фосфатов кальция представляет собой истинный раствор, другая часть – коллоидный; между ними устанавливается равновесие.



Сдвиг солевого равновесия в ту или иную сторону зависит от рН молока температуры и других факторов. Фосфат кальция в форме истинного раствора является источником образования ионов кальция, от количества которых зависят устойчивость казеиновых мицелл при тепловой обработке и скорость сычужного свертывания.

Большая часть коллоидного фосфата кальция связана с казеинатом кальция и образует казеинаткальцийфостатный комплекс. Увеличение в молоке количества коллоидного фосфата кальция (при пастеризации, стерилизации) может вызвать снижение термоустойчивости казеиновых мицелл.

7.4 Физико-химические свойства

Свежее натуральное молоко, полученное от здоровых животных, характеризуется определенными физико-химическими, органолептическими и технологическими свойствами. Однако они могут резко меняться под влиянием различных факторов (стадия лактации, болезни животных и др.), а также при фальсификации молока. Поэтому их определение позволяет оценить натуральность, качество и пригодность молока к переработке в те или иные молочные продукты.

Титруемая кислотность. Титруемая кислотность выражается в условных единицах – градусах Тернера (°Т). Под *градусами Тернера* понимают количество кубических сантиметров 0,1 н. раствора гидроксида натрия, которое расходуется на нейтрализацию (титрование) 100 см³ молока, разбавленного вдвое водой. Кислотность свежесвыдоенного молока, в среднем, составляет 16 - 18 °Т. Титруемая кислотность молока обусловлена наличием некоторых анионов фосфорной и лимонной кислот, белков (казеин и сывороточные белки) и диоксида углерода. Белки дают 4 - 5°Т, дигидрофосфаты и дигидроцитраты - около 1°Т, СО₂ и другие составные части молока - 1 - 2°Т.

Кислотность молока у отдельных животных может изменяться в довольно широких пределах. Она зависит от рационов кормления, породы, возраста, индивидуальных особенностей животного и т. д. Особенно сильно меняется кислотность молока в течение лактационного периода и при заболеваниях животных. В первые дни после отела кислотность молока (молозива) очень высока за счет большого содержания белков и солей. Затем, по мере установления нормального химического состава молока, кислотность снижается. Стародойное молоко имеет низкую кислотность.

Свежее натуральное молоко с повышенной естественной кислотностью (от 19 до 21 °Т) пригодно для производства кисломолочных продуктов и сыра. При хранении сырого молока кислотность повышается по мере развития в нем микроорганизмов, сбраживающих молочный сахар с образованием молочной кислоты.

Активная кислотность. Активная кислотность выражается концентрацией водородных ионов, или водородным показателем (рН). Водородный показатель свежего молока колеблется в пределах 6,55 - 6,75. Активная кислотность не совпадает с титруемой. При хранении сырого молока титруемая кислотность изменяется значительно быстрее, чем активная. Несовпадение активной и титруемой кислотности объясняется *буферностью* молока, которая обусловлена содержанием в нем белков и смеси фосфатов и цитратов. Буферные свойства белков молока объясняются наличием аминных и карбоксильных групп. Буферные свойства фосфатов проявляются во взаимном переходе гидрофосфатов в дигидрофосфаты и обратно. Буферные свойства составных частей молока играют большую роль в жизнедеятельности организмов при изготовлении кисломолочных продуктов и сыра. Так, рН кефира при титруемой кислотности 80°Т имеет величину равную 4,76. Аналогично, в сыре при высокой титруемой кислотности рН составляет лишь 5,3 - 5,5, что объясняется буферными свойствами белков сырной массы. При такой активной кислотности в сыре и кисломолочных продуктах возможно развитие молочнокислых бактерий.

Окислительно-восстановительный потенциал. Окислительно-восстановительный потенциал молока характеризует способность его составных частей отдавать или присоединять электроны (атомы водорода).

Молоко содержит ряд химических соединений, способных легко окисляться и восстанавливаться. Окислительно-восстановительную систему молока образуют аскорбиновая кислота, токоферолы, рибофлавин, цистеин, оксидоредуктазы, кислород и другие легко восстанавливающиеся и окисляющиеся вещества. От окислительно-восстановительного потенциала зависят развитие в молоке, заквасках, сырной массе молочнокислых бактерий и протекание биохимических процессов (распад белков, аминокислот, жира, накопление ароматического вещества диацетила и др.).

Плотность молока. Плотность молока - это масса молока при 20°С, заключенная в единице объема (кг/м³). Ее определяют ареометрическим методом.

Плотность молока зависит от температуры и содержания в нем составных частей, которые имеют следующую плотность (кг/м³): молочный жир — 922, белки — 1391, молочный сахар — 1610, соли — 2857.

Так как химический состав молока непостоянен, то и плотность его колеблется в довольно широких пределах - от 1027 до 1032 кг/м³.

Плотность молока, определенная сразу же после доения, ниже плотности, измеренной через несколько часов, на 0,8-1,5 кг/м³. Поэтому ее следует контролировать через 2 ч после дойки.

Плотность молока изменяется в течение лактационного периода и под влиянием различных факторов (болезней, породы животного и др.). В первые дни после отела молоко (молозиво) характеризуется высоким содержанием белков, вследствие чего плотность его достигает 1400

кг/м³. Плотность молока, полученного от больных животных, ниже, чем плотность молока здоровых животных. Это объясняется значительными изменениями составных частей молока.

По плотности молока судят о его натуральности. При добавлении к молоку воды плотность его уменьшается (10% добавленной воды снижает плотность в среднем на 3 кг/м³).

Вязкость. Под вязкостью, или внутренним трением, понимают свойство жидкости оказывать сопротивление при перемещении одной части ее относительно другой.

В среднем, вязкость молока при 20°C равна $1,8 \cdot 10^{-3}$ Пас с колебаниями от $1,3 \cdot 10^{-3}$ до $2,2 \cdot 10^{-3}$ Па с. Вязкость молока зависит от содержания белков, жира и их агрегатного состояния. В результате охлаждения, хранения, перекачивания, гомогенизации и тепловой обработки вязкость молока изменяется.

Поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение молока при 20°C, в среднем, равно $44 \cdot 10^{-3}$ Н/м. Более низкое поверхностное натяжение молока, по сравнению с поверхностным натяжением воды, объясняется наличием в молоке веществ, снижающих поверхностное натяжение, - поверхностно-активных веществ (ПАВ). К ним относятся белки плазмы молока, белки оболочек жировых шариков, фосфолипиды, жирные кислоты.

Поверхностное натяжение молока непостоянно и зависит от температуры, химического состава, режима технологической обработки, продолжительности хранения молока, содержания в нем кислорода, состояния белков, молочного жира, активности липазы и других факторов. Поверхностное натяжение понижается с увеличением температуры молока и при его прогоркании.

Осмотическое давление и температура замерзания. Осмотическое давление молока нормального химического состава величина сравнительно постоянная и, в среднем, равна 0,66 МПа. Оно обуславливается, в основном, высокодисперсными веществами - молочным сахаром и солями (хлоридами, фосфатами натрия и калия). Белки незначительно влияют на осмотическое давление молока, жир вообще не влияет.

Осмотическое давление обычно рассчитывают по температуре замерзания молока, так как между ними имеется определенная связь. Температура замерзания молока, в среднем, равна - 0,540°C (с колебаниями от - 0,505 до - 0,575°C). Температура замерзания молока, как и осмотическое давление, - величина довольно постоянная. Она изменяется при разбавлении молока водой, добавлении к нему соды, повышении кислотности, изменении химического состава молока при заболевании животного.

При разбавлении молока водой температура замерзания повышается, поэтому по температуре замерзания определяют натуральность молока (криоскопический метод).

7.5 Органолептические свойства

Свежее сырое молоко характеризуется определенными органолептическими, или сенсорными (от лат. *sensus* - чувство, ощущение) свойствами - внешним видом, консистенцией, цветом, запахом и вкусом. Заготавливаемое молоко должно быть однородной жидкостью без осадка и хлопьев, белого или светло-желтого цвета, без посторонних, несвойственных ему запахов и привкусов.

Непрозрачность и белый цвет молока обуславливают коллоидные частицы белка и жировые шарики, рассеивающие свет, желтоватый оттенок - растворенный в жире каротин. Приятный, едва уловимый запах молока зависит от наличия в нем летучих соединений - диметилсульфида, ацетона, ацетальдегида, низкомолекулярных жирных кислот и др. Слабовыраженный сладковатый, присущий только молоку вкус определяют основные компоненты молока: жир придает ему некоторую нежность, лактоза - сладость, белки и соли - полноту вкуса.

На вкус и запах сырого молока влияют многочисленные факторы - состояние здоровья животных, стадия лактации, рационы кормления, продолжительность и условия хранения молока и т. д. Резкие изменения содержания вкусовых и летучих компонентов молока приводят к возникновению различных пороков вкуса и запаха - кормовой, горький, прогорклый, окисленный привкус и др.

7.6 Технологические свойства

К основным технологическим свойствам молока относят *термоустойчивость* и *сычужную свертываемость*.

Молоко, полученное от здоровых животных, обладает *термоустойчивостью* (термостабильностью) - способностью при высоких температурах сохранять первоначальные

свойства. Оно обладает стойкостью при нагревании до 100°C в течение нескольких десятков минут. При более высоких температурах и продолжительной выдержке его белки могут коагулировать. Продолжительность нагревания при 130°C до коагуляции белков в различных образцах молока колеблется от 2 до 60 мин и выше.

Видимая коагуляция белков молока наблюдается только при осаждении казеина. Таким образом, термоустойчивость молока зависит, в основном, от устойчивости казеиновых мицелл.

Свежее молоко кислотностью 18°Т выдерживает высокотемпературную обработку без явных признаков коагуляции казеина. Повышение кислотности молока в результате молочнокислого брожения значительно влияет на термоустойчивость. Увеличение количества ионов кальция в молоке при повышенной кислотности приводит к агрегации казеиновых частиц, которые легко коагулируют при нагревании.

Основными причинами низкой термоустойчивости молока являются повышенная кислотность и нарушенный солевой и белковый состав. Колебания состава молока зависят от времени года, стадии лактации, болезней, породы, индивидуальных особенностей животных, рационов кормления.

Термоустойчивость молока необходимо контролировать при производстве стерилизованного молока, молочных консервов, продуктов детского питания и др. В настоящее время для определения термоустойчивости молока проводят алкогольную пробу.

Под **сычужной свертываемостью** молока понимают способность его белков коагулировать под действием внесенного сычужного фермента с образованием относительно плотного сгустка. Продолжительность сычужной свертываемости заготавливаемого молока колеблется в широких пределах. Так, при стандартных условиях проведения сычужной пробы продолжительность свертывания может составлять 10 - 35 мин. Иногда молоко очень медленно свертывается под действием сычужного фермента или вовсе не свертывается. Такое молоко называют *сычужно-вялым*.

Способность молока к сычужной свертываемости определяется, в первую очередь, содержанием в нем казеина и солей кальция - чем оно больше, тем выше скорость свертывания молока и плотность образующихся белковых сгустков, и наоборот.

Использование сычужно-вялого молока при выработке сыра и творога приводит к образованию непрочного сгустка, имеющего низкие структурно-механические и синергетические свойства

Контрольные вопросы:

- 1 Каким образом формируются казеиновые субмицеллы и мицеллы?
- 2 Назовите факторы, обуславливающие устойчивость казеиновых мицелл в молоке.
- 3 Перечислите виды коагуляции казеина и области их применения.
- 4 Что мы понимаем под солевым равновесием молока?
- 5 Какие физико-химические свойства молока контролируют на молочных заводах?
- 6 Можно ли точно определить количество добавленной к молоку воды по его плотности ?
- 7 Назовите основные технологические свойства молока. При выработке каких молочных продуктов надо их контролировать?

ЛЕКЦИЯ 8. ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОЛОКА ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

8.1 Зоотехнические факторы

8.2 Фальсификация молока

8.1 Зоотехнические факторы

Стадия лактации. Продолжительность лактационного периода у коров, в среднем, составляет 305 дней. Его можно разделить на три периода: молозивный (продолжается 7-10, а иногда 15 дней после отела), период выделения нормального молока (285-277 дней) и период получения стародойного молока (7-15 дней перед запуском коровы).

Молоко, полученное в первые дни после отела, называется *молозивом*. Оно значительно отличается от нормального молока по органолептическим, физико-химическим свойствам, химическому составу и пригодностью к технологической переработке. Молозиво имеет желто-бу-

рый цвет, солоноватый вкус, специфический запах, густую вязкую консистенцию. Оно содержит больше белков, жира, минеральных веществ, меньше лактозы, чем нормальное молоко. В нем содержится больше каротина, витаминов (А, D, В₁, В₂ и др.), ферментов (каталазы, пероксидазы), а также иммуноглобулинов, лизоцима и лейкоцитов. В связи с высоким содержанием белков и солей кислотность молока достигает 40°Т и выше. Вследствие наличия в нем большого количества глобулинов и альбуминов оно легко свертывается при нагревании. Через 6 - 10 дней после отела молоко приобретает нормальные свойства.

Молозиво непригодно для производства молочных продуктов, так как оно свертывается при нагревании, плохо коагулирует под действием сычужного фермента, имеет измененный состав жира, мелкие жировые шарики, солоноватый привкус. Продукты, приготовленные из молока с примесью молозива, быстро портятся и имеют неприятный вкус.

Молоко, полученное в первые 7 дней после отела, не подлежит сдаче на молочные предприятия.

Дальнейшие изменения химического состава в течение лактационного периода (при полноценном кормлении и нормальных условиях содержания) незначительны.

В *стародойном* молоке повышается содержание жира, белков, ферментов, минеральных веществ, уменьшается содержание молочного сахара, кислотность снижается до 15 - 16°Т, а иногда до 6 - 12°Т. Вкус стародойного молока из-за повышенного количества свободных жирных кислот, образующихся при действии на жир липазы, и хлоридов становится горьковато-солоноватым. В нем плохо развиваются молочнокислые бактерии. Молоко плохо свертывается сычужным ферментом, имеет мелкие жировые шарики и казеиновые мицеллы. Стародойное молоко нельзя перерабатывать. Молоко в последние 7 дней лактации не подлежит сдаче на молочный предприятия.

Порода скота. Коровы разных пород имеют неодинаковую продуктивность и состав молока.

Высокая жирность молока у коров красной горбатовской, тагильской пород, низкая - у коров черно-пестрой породы. Максимальное содержание белков (3,2 - 3,5%) характерно для молока коров джерсейской, красной горбатовской, ярославской, симментальской пород, среднее (3,1 - 3,2%) - для молока коров красной степной, швицкой и бестужевской пород, и минимальное (2,9 - 3,1%) - для молока коров черно-пестрой породы.

Технологические свойства молока различных пород скота неодинаковы. Например, молоко коров симментальской, костромской, швицкой пород содержит больше кальция и быстрее свертывается сычужным ферментом, чем молоко коров черно-пестрой и красной степной пород, которое характеризуется мелкими мицеллами казеина и высокой термоустойчивостью. Жировые шарики крупнее в молоке коров красной горбатовской, ярославской пород, и мельче в молоке коров красной степной и черно-пестрой.

Состояние здоровья животных. Состояние здоровья животных значительно влияет на продуктивность и качество молока. При заболевании животных (туберкулезом, бруцеллезом и др.) могут резко изменяться химический состав и свойства молока.

В молоке коров, больных *туберкулезом* в начальной стадии, повышается содержание жира, уменьшается количество белка. Кислотность молока снижается до 14°Т, вкус молока не меняется. В дальнейшем резко уменьшается содержание молочного сахара, жира, увеличивается содержание белка, кислотность понижается до 7°Т, молоко приобретает мыльный, соленый вкус.

В молоке коров, подозрительных по заболеванию *лейкозом*, незначительно увеличивается количество сухих веществ, жира и уменьшается количество казеина и молочного сахара. Оно содержит повышенное количество лейкоцитов, клеток микроорганизмов.

При заболевании скота *ящуром* наблюдается резкое падение удоев. В молоке увеличивается содержание сухих веществ, жира и лейкоцитов. Кислотность молока понижается, оно приобретает горьковатый привкус. В нем плохо развиваются молочнокислые бактерии.

Молоко коров больных *маститом* изменяется в зависимости от степени заболевания. В таком молоке понижается количество сухих веществ, жира, молочного сахара, витаминов, кальция, содержание казеина, а количество сывороточных белков возрастает. В молоке повышено содержание лейкоцитов и других соматических клеток, бактерий, ферментов, хлоридов. Оно имеет солоноватый вкус. Титруемая кислотность молока понижается до 12 - 15°Т, рН повышается до 6,83-7,19, плотность снижается до 1024 - 1025 кг/м³.

Маститное молоко плохо свертывается сычужным ферментом, при этом получается дряблый сгусток, выделение сыворотки ухудшается. Молочнокислые бактерии в таком молоке развиваются медленно.

Рацион кормления. Скармливание животным большого количества льняных и подсолнечных жмыхов приводит к повышению жирности молока и увеличению в молочном жире количества ненасыщенных жирных кислот. Жир приобретает мягкую, мажущуюся консистенцию, имеет пониженную точку плавления, нестойк при хранении. При скармливании больших количеств кормовой свеклы, картофеля, соломы в молочном жире повышается содержание насыщенных жирных кислот, и он приобретает твердую и крошливую консистенцию.

Если животным дают корм, бедный солями кальция (барда, кислый жом, силос), или они пасутся на болотистых лугах и пастбищах с кислыми травами, то может образоваться сычужно-вялое молоко, характеризующееся низким содержанием кальция и плохой сычужной свертываемостью.

Отдельные виды кормов воздействуют на вкус и запах молока. Так, при скармливании животным больших количеств кормовой свеклы, капусты, силоса (особенно силоса из кукурузы и брюквы), зеленой ржи, зеленого ячменя молоко приобретает кормовой привкус. При поедании коровами некоторых сорняков и трав (полынь, лютик, пижма, дикий чеснок, лук, полевой хвощ и др.) молоко приобретает неприятные привкусы - горький, чесночный, луковый, мыльный и др.

Время года. Состав сборного молока и молока отдельных животных в течение года непостоянен. Под влиянием одновременно действующих факторов (стадия лактации, рацион кормления, условия содержания и т. д.) происходят сезонные изменения содержания основных компонентов молока и некоторых его свойств. Наибольшим сезонным изменениям подвергается содержание жира и белка.

Минимальное содержание жира и белка наблюдается в молоке весной и в начале лета, максимальное - осенью и зимой. Весной молоко характеризуется также меньшим количеством кальция, свободных аминокислот, витаминов. В нем хуже развиваются молочнокислые бактерии, снижается их энергия кислотообразования.

Следовательно, в молоке в зависимости от времени года меняется содержание основных компонентов, определяющих расход сырья, и его технологические свойства (сычужная свертываемость, термоустойчивость). Меньше всего сухих веществ, жира, белков, минеральных веществ, витаминов содержится в молоке весной. Все это необходимо учитывать при производстве сыра, творога, масла, консервов и других молочных продуктов.

8.2 Фальсификация молока

Всякое преднамеренное изменение состава и свойств натурального молока называется *фальсификацией*. Возможны следующие виды фальсификации молока: разбавление водой, добавление обезжиренного молока или подсытия сливок, добавление обезжиренного молока и воды (двойная фальсификация), добавление нейтрализующих (сода, аммиак) и консервирующих (формальдегида, пероксида водорода) веществ и т. п. При фальсификации нарушается естественное соотношение между составными частями молока, изменяются его физико-химические свойства, пищевая ценность. Фальсифицированное молоко (путем добавления воды) нельзя использовать для производства кисломолочных продуктов, сыра, молочных консервов.

Наиболее частые случаи фальсификации молока - разбавление водой, добавление соды и аммиака.

При разбавлении молока водой снижаются кислотность, плотность, содержание жира, белков, лактозы, сухого остатка, СОМО. Молоко плохо свертывается сычужным ферментом, причем получается дряблый сгусток, снижается выход продукции, увеличиваются потери. При подозрении на фальсификацию сборного молока натуральность его устанавливают косвенным путем по плотности. Принято считать, что плотность молока понижается примерно на 3 кг/м^3 на каждые 10% добавленной воды.

Более точно фальсификацию молока можно установить по температуре замерзания, которая при разбавлении водой повышается.

Чтобы снизить кислотность молока, в него при фальсификации добавляют соду или аммиак. Такое молоко имеет мыльный привкус, быстро портится и становится непригодным для переработки и употребления в пищу.

Контрольные вопросы:

1. Какие зоотехнические факторы влияют на состав и свойства молока?
2. Какие виды кормов могут отрицательно влиять на органолептические и технологические свойства молока?

ЛЕКЦИЯ 9. БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОЛОКА ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКЕ

9.1 Охлаждение

9.2 Замораживание

9.3 Изменение белков молока при тепловой обработке

9.4 Изменение солей молока при тепловой обработке молока

9.5 Изменение молочного сахара молока при тепловой обработке

9.6 Изменение молочного жира молока при тепловой обработке

9.7 Изменение витаминов и ферментов молока при тепловой обработке

9.1 Охлаждение

На фермах и молочных предприятиях сырое и пастеризованное молоко охлаждают и хранят при температуре 4 - 10°C.

Охлаждение сырого молока способствует увеличению продолжительности бактерицидной фазы. Бактерицидные свойства молока обуславливаются наличием в нем антибактериальных веществ. Их количество зависит от индивидуальных особенностей, физиологического состояния животных и изменяется в течение лактационного периода (особенно высокой антибактериальной активностью обладает молозиво).

По окончании бактерицидной фазы в молоке при высокой температуре хранения (13 - 15°C) начинается быстрое размножение разнообразной микрофлоры. При этом в нем могут накапливаться бактериальные токсины, вызывающие сильные пищевые отравления, появляются окисленный и прогорклый привкусы, повышается титруемая кислотность, и молоко свертывается. Поэтому температура 6 - 10°C является предельной для кратковременного (не более 1 сут.) хранения сырого молока. При необходимости более длительного хранения (2 - 3 сут.) молоко охлаждают до температуры 2 - 4°C. и технологические свойства молока.

При охлаждении молока жир переходит из жидкого состояния в твердое, в результате чего повышается его вязкость и плотность. Механические воздействия (при транспортировании, очистке, перемешивании, перекачивании и т. д.) могут привести к повреждению оболочек и повышению степени дестабилизации жировой фазы. В таком молоке активнее происходят *липолиз* и окисление липидов.

Различают два вида липолиза, вызываемого нативными липазами: *спонтанный* (самопроизвольный) и *индуцированный* (наведенный).

Спонтанный липолиз происходит при охлаждении молока. В процессе охлаждения плазменная липаза самопроизвольно адсорбируется оболочками жировых шариков и вызывает гидролиз жира. Склонность или чувствительность молока к развитию в нем спонтанного липолиза обусловлена индивидуальными особенностями животного, рационом кормления, периодом лактации и другими факторами.

Индукцированный липолиз происходит при активировании липаз с одновременным разрушением оболочек жировых шариков в результате получения и обработки молока.

В результате липолиза в молоке увеличивается (на 30 - 70%) количество свободных жирных кислот, и появляются прогорклый вкус, мыльный и другие привкусы. Качество выработанных из него масла, молочных консервов и других продуктов снижается.

При длительном низкотемпературном хранении молока уменьшается средний диаметр казеиновых мицелл. Молоко медленнее свертывается сычужным ферментом, снижается интенсивность синерезиса сычужных и кислотных сгустков.

В процессе хранения в плазме молока повышается количество ионов кальция. Поэтому с увеличением продолжительности хранения термоустойчивость молока снижается, что необходимо учитывать при производстве молочных консервов. Для длительного хранения молоко следует пастеризовать и затем охладить до 4 - 6°C.

Хранение сырого молока при 4°C не вызывает заметного снижения содержания витаминов. Исключение составляет витамин С - он разрушается на 18% при хранении в течение 2 сут. и на 67% при хранении в течение 3 сут.

9.2 Замораживание

Изменение состава и свойств молока под влиянием низких температур зависит от температуры и скорости замораживания.

Молоко замерзает при температуре ниже - 0,54°C. В интервале от -0,54 до -3,5°C в лед превращается основная часть (80 - 85%) воды, процесс льдообразования практически заканчивается при температуре -30°C.

Замораживание молока при любых температурах происходит неравномерно. Вначале замерзает слой чистой воды, а в оставшейся жидкой части концентрируются компоненты молока, в том числе электролиты (соли кальция и др.), которые могут вызвать нежелательные изменения белков и жира.

При медленном замораживании незамерзшими остаются вся связанная вода (3 - 3,5%) и часть свободной влаги молока. В медленно замороженном молоке происходят физико-химические изменения белков, приводящие к частичной или полной их коагуляции. Оттаявшее после замораживания молоко быстрее свертывается сычужным ферментом по сравнению с обычным.

При быстром замораживании молока при температуре ниже -22°C остается незамерзшей около 3 - 4% воды, т. е. почти вся свободная влага переходит в лед, а в жидком состоянии находится лишь связанная влага, которая не обладает свойством растворять соли, поэтому денатурационных изменений белков не происходит.

При высоких температурах замораживания (-5...-10°C) может разрушаться жировая эмульсия. В процессе охлаждения жировые шарики отвердевают (форма их становится угловатой). В результате этих изменений нарушается целостность оболочек жировых шариков, т. е. происходит частичная дестабилизация жировой фазы с выделением свободного жира. Замороженное и оттаявшее молоко быстрее сбивается, при нагревании в нем появляются капли жира, при хранении оно более склонно к липолизу. Быстрое замораживание молока при низких температурах (ниже -22°C) предотвращает нарушение жировой эмульсии.

9.3 Изменение белков молока при тепловой обработке

Для уничтожения микроорганизмов и разрушения ферментов сырье при выработке пищевых продуктов подвергают тепловой обработке. Основная цель тепловой обработки - получить при минимальном изменении вкуса, цвета, пищевой и биологической ценности безопасный в гигиеническом отношении продукт и увеличить срок его хранения.

В процессе тепловой обработки изменяются составные части молока, в первую очередь белки, инактивируются почти все ферменты, частично разрушаются витамины. Кроме того, меняются физико-химические и технологические свойства молока: вязкость, поверхностное натяжение, кислотность, способность казеина к сычужному свертыванию. Молоко приобретает специфический вкус, запах и цвет.

Наиболее глубоким изменениям при нагревании молока подвергаются сывороточные белки. Агрегаты сывороточных белков молока имеют небольшие размеры и достаточно сильно гидратированы. Поэтому они остаются в растворе и лишь небольшая их часть в виде хлопьев оседает на поверхности нагревательных аппаратов. Денатурация сывороточных белков начинается при сравнительно низких температурах нагревания молока (62°C). Степень денатурации белков (со снижением их растворимости) зависит от температуры и продолжительности ее воздействия на молоко. Из сывороточных белков наиболее чувствительны к нагреванию иммуноглобулины, сывороточный альбумин и β-лактоглобулин. α-Лактальбумин - термостабильный белок. Он полностью теряет растворимость при нагревании молока до 96°C и выдерживании при этой температуре в течение 30 мин. Вследствие тепловой денатурации сывороточных белков и освобождения сульфгидрильных групп молоко приобретает специфический вкус «кипяченого молока» или привкус пастеризации.

Казеин, по сравнению с сывороточными белками, более термоустойчив. Он не коагулирует при нагревании свежего молока до 130 - 150°C. Однако тепловая обработка при высоких температурах изменяет состав и структуру казеинового комплекса. От комплекса отщепляются органические фосфор и кальций, изменяется соотношение фракций. С повышением температуры

пастеризации увеличиваются диаметр частиц казеина и вязкость молока. Изменение состава и структуры казеиновых мицелл влияет на скорость получения сычужного сгустка. Продолжительность свертывания молока сычужным ферментом после тепловой обработки (при 85°C и выше) увеличивается в несколько раз по сравнению с продолжительностью свертывания сырого молока (стерилизованное молоко практически утрачивает способность к сычужному свертыванию). Тепловая обработка влияет на структурно-механические свойства кислотного и сычужного сгустков - прочность и интенсивность отделения сыворотки. С повышением температуры пастеризации прочность сгустков увеличивается, а процесс отделения сыворотки замедляется.

9.4 Изменение солей молока при тепловой обработке молока

При тепловой обработке молока изменяется его солевой состав. Эти изменения часто имеют необратимый характер. В первую очередь нарушается соотношение форм солей кальция в плазме молока. В процессе нагревания гидрофосфат кальция, находящийся в виде истинного раствора, переходит в плохо растворимый фосфат кальция:



Образовавшийся фосфат кальция агрегирует и в виде коллоида осаждается на казеиновых мицеллах. Часть его выпадает на поверхности нагревательных аппаратов, образуя вместе с денатурированными сывороточными белками так называемый молочный камень. Таким образом, после пастеризации и стерилизации в молоке снижается количество растворимых солей кальция, что приводит к ухудшению способности молока к сычужному свертыванию. Поэтому перед сычужным свертыванием в пастеризованное молоко вносят для восстановления солевого баланса растворимые соли кальция в виде CaCl_2 .

9.5 Изменение молочного сахара молока при тепловой обработке

В процессе длительной высокотемпературной пастеризации молока, и особенно при стерилизации, лактоза взаимодействует с белками и свободными аминокислотами - происходит реакция *Майяра*, или реакция меланоидинообразования. Вследствие образования меланоидинов изменяются цвет и вкус молока. Интенсивность окраски молока зависит от температуры и продолжительности нагревания. Она может усиливаться при хранении молока.

Стерилизация молока также вызывает распад лактозы с образованием углекислого газа и кислот - муравьиной, молочной, уксусной и др. При этом кислотность молока увеличивается на 2 - 3°Т.

9.6 Изменение молочного жира молока при тепловой обработке

Молочный жир – наиболее устойчивый к тепловому воздействию компонент молока. При пастеризации глицериды молочного жира химически почти не изменяются. При тепловой обработке молока изменениям подвергаются оболочки жировых шариков. Даже при низких температурах пастеризации (63°C) происходит переход белков и фосфолипидов с поверхности жировых шариков в плазму молока.

При стерилизации молока происходит денатурация оболочечных белков и разрушение части оболочек жировых шариков, в результате некоторые жировые шарики сливаются и наблюдается вытапливание жира. Для повышения устойчивости жировой эмульсии стерилизованного молока в технологическую схему производства молочных продуктов обычно включают процесс гомогенизации.

9.7 Изменение витаминов и ферментов молока при тепловой обработке

Тепловая обработка молока вызывает в той или степени снижение содержания витаминов, причем потери жирорастворимых витаминов меньше потерь водорастворимых.

Потери витаминов зависят от температуры нагревания и продолжительности выдержки. При хранении пастеризованного и стерилизованного молока наблюдается дальнейшее уменьшение содержания витаминов. Наиболее устойчив при хранении витамин В₂, менее устойчивы С, В₁, А, В₁₂. Особенно большим изменениям подвержен витамин С. Он быстро

разрушается при хранении пастеризованного охлажденного молока. Так, потери его на вторые сутки хранения составляют 45%, на третьи - 75%.

При тепловой обработке инактивируется большая часть ферментов. Наиболее чувствительны к нагреванию амилаза, щелочная фосфатаза, каталаза и нативная липаза. Так, щелочная фосфатаза разрушается полностью при длительной и кратковременной пастеризации. Сравнительно устойчивы к нагреванию кислая фосфатаза, ксантинооксидаза, бактериальные липазы, плазмин и пероксидаза. Они теряют свою активность при нагревании молока до температуры выше 80 - 85°C.

Контрольные вопросы:

1. Причины развития липолиза в охлажденном молоке?
2. Как влияет длительное хранение молока при низких температурах на скорость сычужного свертывания?
3. Почему замерзшее при транспортировании молоко после оттаивания приобретает водянистый и сладковатый вкус и в нем появляются хлопья белка и капельки жира на поверхности?
4. Как меняются свойства сывороточных белков при тепловой обработке?
5. Почему после высокотемпературной пастеризации изменяется водоудерживающая способность белковых сгустков?

ЛЕКЦИЯ 10. БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

10.1 Брожение молочного сахара

10.2 Коагуляция казеина и гелеобразование

10.3 Влияние состава молока, бактериальных заквасок и других факторов на брожение лактозы и коагуляцию казеина

10.1 Брожение молочного сахара

Кисломолочные продукты играют важную роль в питании людей, особенно детей, лиц пожилого возраста и больных. Диетические свойства кисломолочных продуктов заключаются, прежде всего, в том, что они улучшают обмен веществ, стимулируют выделение желудочного сока и возбуждают аппетит. Наличие в их составе микроорганизмов, способных приживаться в кишечнике и подавлять гнилостную микрофлору, приводит к торможению гнилостных процессов и прекращению образования ядовитых продуктов распада белка, поступающих в кровь человека.

Важнейшим биохимическим процессом, протекающим при выработке кисломолочных продуктов, является брожение молочного сахара, вызываемое микроорганизмами бактериальных заквасок. Его скорость и направление определяют консистенцию, вкус и запах готовых продуктов.

По характеру брожения молочного сахара кисломолочные продукты можно разделить на две группы. К первой группе относят продукты, в основе приготовления которых лежит главным образом молочнокислое брожение (простокваша, йогурт, ацидофилин, творог, сметана), ко второй группе - продукты со смешанным брожением, при изготовлении которых происходит молочнокислое и спиртовое брожение (кефир, кумыс, ацидофильно-дрожжевое молоко).

Многие молочнокислые бактерии при сбраживании сахара кроме молочной кислоты образуют ряд других химических веществ, придающих кисломолочным продуктам специфические вкус и аромат. К ним относятся летучие кислоты (уксусная, пропионовая и др.), карбонильные соединения (диацетил, ацетоин, ацетальдегид), спирт и углекислый газ.

В зависимости от продуктов, накапливаемых в процессе брожения, все молочнокислые бактерии подразделяют на *гомоферментативные* и *гетероферментативные*. Молочнокислые бактерии, образующие в качестве основного продукта брожения молочную кислоту, относят к гомоферментативным; бактерии, которые кроме молочной кислоты в значительных количествах образуют и другие продукты брожения, - к гетероферментативным.

Путем определенного комбинирования различных видов молочнокислых бактерий и регулирования температуры сквашивания можно получить продукт с нужными вкусовыми, ароматическими достоинствами, консистенцией и диетическими свойствами.

В кисломолочных продуктах со смешанным брожением (кефир, кумыс и др.) наряду с молочной кислотой образуется большое количество этилового спирта и углекислого газа. Возбудителем спиртового брожения в этих продуктах являются дрожжи. Способность дрожжей вырабатывать спирт и углекислый газ зависит от многих факторов: вида используемых дрожжей, количества молочного сахара в исходном сырье, температуры, pH среды и др.

10.2 Коагуляция казеина и гелеобразование

Накопление молочной кислоты при молочнокислом брожении лактозы имеет существенное значение для образования белкового сгустка, определяющего консистенцию кисломолочных продуктов. Сущность кислотной коагуляции сводится к следующему. Образующаяся (или внесенная) молочная кислота снижает отрицательный заряд казеиновых мицелл, в результате этого достигается равенство положительных и отрицательных зарядов в изоэлектрической точке казеина (pH 4,6 - 4,7).

При кислотной коагуляции помимо снижения отрицательного заряда казеина нарушается структура казеинаткальцийфосфатного комплекса (отщепляется фосфат кальция и структурообразующий кальций). Так как кальций и фосфат кальция являются важными структурными элементами комплекса, то их переход в раствор дополнительно дестабилизирует казеиновые мицеллы.

При выработке творога кислотно-сычужным способом на казеин совместно действуют молочная кислота и внесенный сычужный фермент.

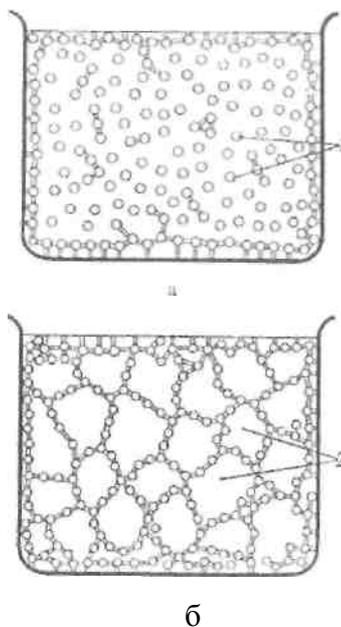


Рис. 5. Схема образования пространственной структуры в процессе свертывания молока:
а - начало образования структурной сетки; б - пространственная структура сгустка;
1 - частицы белка; 2 - петли структуры, заполненные дисперсионной средой

Под действием сычужного фермента казеин превращается в параказеин, имеющий изоэлектрическую точку в менее кислой среде (pH 5 - 5,2).

В изоэлектрической точке казеиновые или параказеиновые частицы при столкновении агрегируют, образуя цепочки или нити, а затем пространственную сетку, в ячейки или петли которой захватывается дисперсионная среда с жировыми шариками и другими составными частями молока (рис. 5). Происходит гелеобразование. При производстве кисломолочных продуктов и сыра процесс гелеобразования можно условно разделить на четыре стадии: стадия скрытой коагуляции (индукционный период), стадия массовой коагуляции, стадия структурообразования (уплотнения сгустка) и стадия синерезиса.

Образующийся сгусток (гель) обладает определенными механическими свойствами: вязкостью, пластичностью, упругостью и прочностью. Эти свойства связаны со структурой системы, поэтому их *называют структурно-механическими* или *реологическими*.

Структурно-механические свойства сгустков определяются характером связей, возникающих между белковыми частицами при формировании структуры. Связи могут быть обратимыми и необратимыми. Обратимые связи восстанавливаются после нарушения структуры сгустка. Они обуславливают явление тиксотропии - способность структур после их разрушения в результате какого-нибудь механического воздействия самопроизвольно восстанавливаться во времени.

Необратимые (необратимо разрушающиеся) связи не обладают свойством восстанавливаться после механического воздействия на сгусток. С ними связано явление синерезиса. Синерезис - уплотнение, стягивание сгустка с укорачиванием нитей казеина и вытеснением заключенной между ними жидкости. Скорость синерезиса определяется влагоудерживающей способностью казеина и зависит от концентрации в сырье сухих веществ, состава бактериальных заквасок, режимов тепловой обработки и гомогенизации, способа свертывания молока и других факторов.

Для кисломолочных напитков и сметаны синерезис - явление нежелательное. Поэтому при их выработке используют бактериальные закваски нужного состава и технологический процесс ведут при режимах, предотвращающих возникновение синерезиса. При производстве творога, наоборот, требуется удалить избыток сыворотки из сгустка. Поэтому выбирают такие режимы обработки молока, которые способствовали бы получению плотного, но легко отдающего сыворотку сгустка. Для усиления синерезиса применяют также измельчение, нагревание сгустка и т. д.

10.3 Влияние состава молока, бактериальных заквасок и других факторов на брожение лактозы и коагуляцию казеина

Качество кисломолочных продуктов, главным образом их консистенция, зависит от состава и свойств молока, вида и активности бактериальных заквасок, режимов пастеризации, гомогенизации, сквашивания, созревания и других факторов.

Состав и свойства исходного сырья обуславливают скорость свертывания белков молока и прочность полученных сгустков. От них зависит также развитие микроорганизмов бактериальных заквасок, сбраживающих молочный сахар.

Способность молока к сычужному свертыванию обуславливается концентрацией белков, солей кальция и зависит от индивидуальных особенностей и породы животных, корма, стадии лактации и других факторов. Плохо свертывается молоко в начале и конце лактации, а также при заболевании животных. Свойства молока (и свойства полученного из него сгустка) изменяются при хранении. Так, после длительного хранения молока (сырого и пастеризованного) при низких температурах увеличиваются вязкость и прочность кислотного сгустка, синерезис замедляется. Следовательно, молоко, хранившееся при низких температурах, целесообразно направлять на производство кисломолочных напитков и не следует использовать для выработки творога.

От состава заквасок зависит не только вкус кисломолочных продуктов, но и их консистенция. Основной компонент микрофлоры заквасок для всех кисломолочных продуктов, обеспечивающий формирование сгустка, - молочный лактококк. Включение в состав заквасок энергичных кислотообразователей обуславливает получение плотного колющегося сгустка с интенсивным отделением сыворотки, а малоэнергичных кислотообразователей - более нежного сгустка. Введение в закваски термофильных палочек способствует повышению вязкости продукта, придает сгустку эластичные свойства, препятствует выделению сыворотки.

Следовательно, путем подбора состава заквасок, можно регулировать свойства сгустка и обеспечить оптимальную консистенцию и вкус кисломолочных продуктов.

Тепловая обработка молока влияет на скорость образования сгустка, его структурно-механические свойства и синерезис. С повышением температуры пастеризации увеличивается прочность кислотного и кислотно-сычужного сгустков.

При выработке кисломолочных напитков перед сквашиванием рекомендуется гомогенизировать молоко (для кефира и йогурта, получаемых резервуарным способом, она обязательна). В результате гомогенизации повышается дисперсность жира, измельченный жир в

сгустках распределяется более равномерно, увеличивается прочность сгустка, при этом несколько повышается вязкость продуктов и снижается выделение сыворотки.

Вместе с тем гомогенизация молока повышенной (выше 10%) жирности и сливок способствует значительному увеличению вязкости сгустков и снижению их способности отделять сыворотку.

При выработке кисломолочных напитков перед заквашиванием рекомендуется гомогенизировать молоко (для кефира и йогурта, получаемых резервуарным способом, она обязательна). В результате гомогенизации повышается дисперсность жира, измельченный жир в сгустках распределяется более равномерно, увеличивается прочность сгустка, при этом несколько повышается вязкость продуктов и снижается выделение сыворотки.

Вместе с тем гомогенизация молока повышенной (выше 10%) жирности и сливок способствует значительному увеличению вязкости сгустков и снижению их способности отделять сыворотку.

Структурно-механические и синергетические свойства сгустков существенно зависят от способа коагуляции белков. Сгустки, образующиеся при кислотной коагуляции белков, менее прочны по сравнению с кислотно-сычужными; они состоят из более мелких белковых частиц и хуже выделяют сыворотку. Однако наряду с увеличением прочности кислотно-сычужных сгустков возрастают их хрупкость, степень дисперсности и способность отделять сыворотку во время обработки.

Продолжительность и температура свертывания (сбраживания) молока являются важными факторами, влияющими на консистенцию кисломолочных продуктов. Продолжительность сбраживания молока обычно устанавливают по нарастанию кислотности, вязкости или прочности полученного сгустка. Особенно важно определить момент готовности сгустка при производстве напитков резервуарным способом. Иногда наблюдаются жидкая консистенция продуктов и отстой сыворотки. Это вызвано неправильным выбором момента перемешивания сгустка. Сыворотка выделяется при перемешивании сгустка в том случае, когда он имеет минимальную вязкость и проявляет незначительные тиксотропные свойства.

Кроме того, от температуры и продолжительности сбраживания молока зависит накопление в продуктах веществ, придающих им определенный вкус и аромат (летучих кислот, диацетила, ацетальдегида и др.).

Для прекращения молочнокислого брожения и упрочнения структуры образовавшегося сгустка кисломолочные продукты охлаждают до 8°C и хранят при этой температуре. Продукты смешанного брожения перед охлаждением подвергают созреванию для развития дрожжей и ароматобразующих бактерий. В процессе созревания и выдерживания в холодильной камере в продуктах накапливаются ароматические вещества, спирт и углекислый газ, происходит также частичный распад белков под влиянием протеолитических ферментов молочнокислых бактерий и дрожжей. При этом образуются различные растворимые полипептиды и свободные аминокислоты, влияющие на консистенцию, вкус и запах продуктов.

При выработке сметаны дополнительной целью охлаждения и созревания является отвердевание жира, способствующее улучшению структуры и консистенции продукта.

Контрольные вопросы:

1. Какие биохимические и физико-химические процессы лежат в основе производства большинства кисломолочных продуктов?
2. Чем характеризуется брожение молочного сахара при выработке простокваши, кефира и кумыса?
3. Расскажите о механизме кислотной коагуляции казеина.
4. Как влияют режимы пастеризации на структурно-механические и синергетические свойства белковых сгустков?
5. Какие затруднения возникают при выработке творога из гомогенизированного молока?
6. Для каких продуктов желательно наличие в структуре сгустков тиксотропно-обратимых связей, и для каких - необратимо разрушающихся?
7. Как предотвратить отделение сыворотки в кисломолочных продуктах при резервуарном способе производства?

ЛЕКЦИЯ 11. БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ И МОРОЖЕНОГО

11.1 Кисломолочные напитки

11.2 Сметана

11.3 Творог

11.4 Мороженое

11.1 Кисломолочные напитки

Основной процесс, определяющий консистенцию всех кисломолочных напитков, - гелеобразование. Сгустки этих продуктов различные: в одних случаях сгусток плотный (колющийся), в других - ровный и нежный (сметанообразный) или хлопьевидный и т. д.

При формировании структуры сгустков продуктов важно вести технологический процесс при таких режимах, которые бы обеспечивали минимальное отделение от сгустка сыворотки. В первую очередь это относится к режимам пастеризации, гомогенизации и сквашивания молока.

Для увеличения прочности сгустков и предотвращения выделения сыворотки при хранении простокваши и других кисломолочных напитков рекомендуется применять высокие температуры пастеризации молока (85 – 87 °С с выдержкой в течение 5 - 10 мин или 90 - 94°С с выдержкой 2 - 8 мин).

Рекомендуемые режимы гомогенизации (давление 12,5 - 17,5 МПа, температура 55 - 65°С) положительно влияют на свойства сгустков.

Продолжительность сквашивания молока при выработке продуктов определяется видом бактериальной закваски и температурой сквашивания. Окончание сквашивания обычно устанавливают по получению достаточно прочного сгустка и титруемой кислотности 75 - 85°Т. При производстве кисломолочных напитков резервуарным способом необходимо получить сгусток с максимальным количеством тиксотропно-обратимых связей, поэтому перед перемешиванием и охлаждением сгустка следует контролировать водородный показатель (рН): он должен быть для кефира 4,5 - 4,4, ацидофилина - 4,7 - 4,55, ряженки - 4,45 - 4,35.

Специфические кисломолочные вкус и запах продуктов формируются главным образом в период их сквашивания и созревания. Дополняют вкус и запах продуктов соединения, образующиеся при тепловой обработке молока (при выработке варенца и ряженки они играют основную роль). Основные вкусовые и ароматические вещества кисломолочных продуктов - молочная и уксусная кислоты, диацетил, ацетальдегид (его высокая концентрация характерна для йогурта) и др. Освежающий, слегка острый вкус кумысу и кефиру придают этиловый спирт и углекислый газ. Содержание спирта в напитках определяется видом дрожжей, температурой и продолжительностью созревания. В кумысе оно составляет 1- 3%, в кефире - 0,01 - 0,03%.

11.2 Сметана

В образовании структуры продукта участвуют молочный жир и белки. Главную роль играет жир, который в результате отвердевания и кристаллизации повышает прочность структуры и вязкость сметаны. Дополнительно структуру стабилизируют образующиеся во время охлаждения жировые скопления. Казеин и сывороточные белки, находящиеся в плазме сметаны и на оболочках жировых шариков, благодаря своей способности связывать влагу также улучшают консистенцию продукта.

При выработке сметаны для получения нужной вязкости продукта и уменьшения степени выделения сыворотки сливки следует пастеризовать при высоких температурах (85 - 95°С с выдержкой в течение 15 - 20 с и более). Данный режим пастеризации способствует также образованию сульфгидридных групп, придающих сметане специфический привкус (привкус пастеризации), и гарантирует полное разрушение липазы, которая может вызвать пороки вкуса сметаны при хранении.

Гомогенизация сливок при производстве сметаны способствует повышению вязкости и пластичности готового продукта, а также ускоряет образование сгустка. С повышением давления гомогенизации (до 10 МПа) вязкость сметаны увеличивается. Однако при гомогенизации сливок

30—40%-ной жирности может не хватать оболочечного вещества для образования новых оболочек жировых шариков, что приводит к увеличению количества свободного жира и образованию скоплений жировых шариков (даже наблюдается слияние отдельных шариков с увеличением их диаметра).

Чтобы избежать образования в сливках жировых скоплений, следует применять двухступенчатую гомогенизацию (при низком давлении на второй ступени частично разбиваются образовавшиеся агрегаты жировых шариков и белков).

При выработке сметаны различных видов окончание процесса сквашивания сливок (который длится 6 - 16 ч при температуре 26 - 30°C) определяют по нарастанию кислотности до 55 - 70°Т. Охлаждение и созревание сметаны осуществляется при 1 - 8°C в течение 6 - 48 ч. Продолжительность созревания сметаны зависит от скорости охлаждения продукта, которая определяется видом упаковки. В процессе созревания окончательно формируется и упрочняется структура продукта. Для повышения вязкости и улучшения консистенции сметаны пониженной жирности рекомендуется увеличить содержание сухих веществ путем добавления сухого обезжиренного молока, сухого или жидкого казеината натрия и других молочно-белковых концентратов.

11.3 Творог

Главными процессами, определяющими качество творога, являются коагуляция казеина и обработка (обезвоживание) образующегося сгустка. Для выработки продукта стандартной влажности и консистенции не обходимо получить плотный (прочный) белковый сгусток с необратимо разрушающимися связями, способствующими его синерезису.

Характер и степень обезвоживания сгустка определяются температурой пастеризации молока, способом свертывания белков, температурой и продолжительностью сквашивания, кислотностью сгустка во время обработки, дозой вносимого хлорида кальция и др.

При выработке творога для лучшего отделения сыворотки и уменьшения потерь белка с ней наиболее целесообразно пастеризовать молоко при 78 - 80°C с выдержкой в течение 10 - 20 с.

Лучше отделяют сыворотку кислотно-сычужные сгустки. Отделение сыворотки легче регулировать в обезжиренном сгустке, так как жир затрудняет выделение влаги из пространственной сетки сгустка, поэтому жирный и полужирный творог часто вырабатывают раздельным способом.

Температура сквашивания 26 - 32°C способствует получению творога стандартной кислотности и влажности. При более высоких температурах увеличиваются размеры белковых частиц сгустка и степень выделения сыворотки при самопрессовании, в результате чего может получиться излишне обсушенный продукт с крошливой консистенцией.

Определение окончания сквашивания молока - важный момент при производстве творога. Обработка сгустка при недостаточной кислотности приводит к получению продукта с резиновой консистенцией, а при излишней кислотности - продукта с мажущейся консистенцией и кислым вкусом.

Окончание процесса сквашивания устанавливают по виду и кислотности сгустка. Кислотность должна составлять 55 - 60°Т при кислотно-сычужном и 70 - 80°Т при кислотном способах.

Образующийся в процессе сквашивания плотный сгусток самопроизвольно сжимается и выделяет сыворотку. Отделение сыворотки начинается в изоэлектрической точке казеина при рН 4,6 - 4,7 для кислотного и при рН 4,7 - 5 для кислотно-сычужного сгустков.

11.4 Мороженое

Мороженое обладает высокой пищевой ценностью. Оно содержит молочный жир, белки, углеводы, минеральные вещества и витамины, легко усваивается организмом. Основным процессом, определяющим структуру и консистенцию готового продукта, - это фризирование смеси. Его протекание зависит от состава смеси, режимов пастеризации, гомогенизации, охлаждения и скорости замораживания смеси.

Содержание в смеси жира и СОМО, а также вид и количество вводимого стабилизатора влияют на структуру и консистенцию мороженого.

Увеличение в смеси количества жира и СОМО положительно действует на структуру мороженого: в продукте образуются мелкие кристаллы льда, так как создается механическое

препятствие их росту. Оптимальным считается содержание СОМО в мороженом 8 - 12%. Содержание СОМО выше 12% сильно повышает вязкость смеси и может вызвать усиленную кристаллизацию лактозы. Выпадение относительно крупных (выше 10 мкм) кристаллов лактозы приводит к порокам мороженого - мучности и песчаности. Для предупреждения пороков необходимо следить за соотношением содержания воды и СОМО. Оно должно быть не менее 6,6.

Структура мороженого также улучшается с увеличением содержания в смеси сахарозы. Сахароза снижает температуру замерзания смеси и положительно влияет на кристаллизацию воды. Однако содержание сахарозы выше 17% ухудшает консистенцию мороженого. Уменьшается его взбитость, продукт приобретает чрезмерно плотную консистенцию, быстрее плавится. Его приходится замораживать и хранить при более низких температурах.

Существенное влияние на структуру и консистенцию мороженого оказывают стабилизаторы. Все стабилизаторы обладают большой водосвязывающей способностью. Связывая значительные количества свободной воды, они повышают вязкость смесей и препятствуют образованию крупных кристаллов льда при замораживании. Мороженое приобретает мелкокристаллическую структуру и эластичную консистенцию. Кроме того, стабилизаторы обеспечивают высокую взбитость смесей, образование стойкой пены и повышают сопротивляемость мороженого таянию. Смеси, содержащие излишнее количество стабилизаторов, обладают чрезмерной вязкостью, плохо взбиваются, что обуславливает тягучую, тестообразную консистенцию мороженого.

Качество готового продукта во многом зависит от режимов пастеризации и гомогенизации смеси. Смеси для мороженого содержат больше сухих веществ по сравнению с молоком, поэтому требуют применения более высоких температур пастеризации или более продолжительных сроков выдержки. Режимы пастеризации устанавливаются в зависимости от вида вырабатываемого мороженого и типа применяемого аппарата.

Гомогенизация смеси способствует улучшению структуры мороженого. В результате гомогенизации повышается дисперсность жира, увеличиваются вязкость и взбитость смеси.

Давление гомогенизации необходимо устанавливать в зависимости от содержания жира и СОМО в смеси: чем они выше, тем ниже должно быть давление.

От правильности проведения замораживания смеси зависят структура и консистенция готового продукта. Замораживание проводят в две стадии: частичное замораживание влаги (45 - 55% всего количества) с одновременным взбиванием смеси во фризере и окончательное превращение в лед оставшейся влаги во время закаливания мороженого.

В процессе замораживания смеси создается структура мороженого, от которой зависят консистенция и вкусовые качества продукта. Структура мороженого определяется, в первую очередь, размерами кристаллов льда. Размер кристаллов льда в мороженом хорошего качества должен составлять 20 - 55 мкм.

На структуру мороженого влияют скорость замораживания и степень взбитости смеси. При быстром замораживании смеси образуется много мелких кристаллов льда, размер которых незначительно увеличивается во время закаливания мороженого. При медленном замораживании создается мало центров кристаллизации, при закаливании образуются крупные кристаллы льда, мороженое приобретает грубую структуру.

Взбитость смеси характеризуется степенью насыщения ее воздухом во время фризирования. Для получения мороженого хорошего качества необходимо, чтобы пузырьки воздуха были мелкими (размером не более 100 - 150 мкм), равномерно распределены по всему объему продукта. Крупные пузырьки воздуха в мороженом нежелательны. Они образуются чаще всего при слишком высокой взбитости молочных смесей. Мороженое с высокой взбитостью приобретает снежистую, или хлопьевидную, структуру. При недостаточной взбитости продукт имеет грубую структуру и очень плотную консистенцию.

Взбитость зависит от состава смеси и режимов технологической обработки. Она повышается при введении стабилизаторов, увеличении содержания СОМО и уменьшении размера жировых шариков. Взбитость понижается с повышением содержания сахарозы, жира, стабилизаторов, с образованием скоплений жировых шариков при высоких давлениях гомогенизации и т. д. Взбитость мороженого на молочной основе должна быть 50 - 90% и 40 - 70% - для мороженого на плодово-ягодной основе.

Контрольные вопросы:

1. Какие главные факторы определяют структуру и консистенцию мороженого?
2. Какие факторы влияют на взбитость мороженого?
3. Назовите оптимальные размеры кристаллов льда и пузырьков воздуха в мороженом.

ЛЕКЦИЯ 12. БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И СОЗРЕВАНИИ СЫРОВ

- 12.1 Сычужное свертывание молока
- 12.2 Биохимические и физико-химические процессы при обработке сгустка и сырной массы
- 12.3 Изменение составных частей молока
- 12.4 Изменение содержания влаги и минеральных веществ
- 12.5 Формирование структуры, консистенции и рисунка сыра
- 12.6 Образование вкусовых и ароматических веществ сыра
- 12.7 Физико-химические процессы при производстве плавленых сыров

12.1 Сычужное свертывание молока

Пищевая и биологическая ценность сыра обусловлены содержанием большого количества легкоусвояемых белков, молочного жира, различных минеральных веществ, органических кислот, витаминов. Благодаря острому вкусу и специфическому аромату он возбуждает аппетит и способствует активному выделению желудочного и кишечного сока. Особенно полезен сыр для детей, так как богат солями кальция, фосфора.

Производство сыра можно условно разделить на две стадии. Первая стадия включает весь процесс обработки молока и сгустка, включая формование и посолку сыра, вторая стадия - созревание сыра.

Наиболее важный процесс при изготовлении сыра - свертывание молока сычужным ферментом. От скорости образования, структурно-механических и синергических свойств сычужного сгустка зависят консистенция, рисунок, внешний вид и другие показатели сыра.

Сычужное свертывание молока проходит две стадии:

- ферментативную;
- коагуляционную.

На *первой стадии* под действием сычужного фермента происходит разрыв чувствительной к нему пептидной связи в полипептидной цепи χ -казеина. В результате этого χ -казеин распадается на нерастворимый (чувствительный к ионам кальция) пара- χ -казеин и растворимый гликомакропептид. Гликомакропептиды χ -казеина имеют высокий отрицательный заряд и обладают сильными гидрофильными свойствами. При их отщеплении от χ -казеина снижается электрический заряд на поверхности казеиновых мицелл, частично теряется гидратная оболочка, в результате чего снижается устойчивость казеиновых мицелл и они коагулируют, т. е. наступает *вторая стадия* коагуляции. Коагуляция белков наступает лишь после расщепления 80 - 90% χ -казеина, находящегося на поверхности мицелл. Дестабилизированные казеиновые частицы сначала образуют агрегаты и цепочки. При достижении «критических» размеров цепочки соединяются между собой продольными и поперечными связями и образуют сплошную пространственную сетку, в петлях (ячейках) которой заключена дисперсионная среда.

Процесс сычужного свертывания можно условно разделить на четыре стадии:

- *индукционный период*, включающий ферментативную стадию и стадию скрытой коагуляции
- *стадия массовой (явной) коагуляции*;
- *стадия структурообразования и упрочнения сгустка*;
- *стадия синерезиса*.

На процесс сычужного свертывания и качество образующихся сгустков влияют:

1. Состав и свойства молока

Скорость сычужного свертывания, плотность сгустка и, в конечном итоге, качество сыра во многом зависят от состава и свойств используемого молока. Молоко, применяемое для выработки сыра, должно отвечать строго определенным требованиям, т. е. быть *сыропригодным*. Молоко

должно иметь оптимальное содержание белков, жира, СОМО, кальция, образовывать под действием сычужного фермента плотный сгусток, хорошо отделяющий сыворотку, и быть благоприятной средой для развития молочнокислых бактерий.

Для сыроделия наиболее пригодно молоко с оптимальным соотношением между жиром и белком 1,1 - 1,25, между белком и СОМО 0,35 - 0,45.

Лучшим для сыроделия является молоко, относящееся по сыропригодности, определяемой с помощью сычужной пробы, ко II типу. Молоко III типа (продолжительность свертывания 40 мин и более) считается *сычужно-вялым*. При его свертывании образуется дряблый сгусток, плохо выделяющий сыворотку. Сычужно-вялое молоко следует исправлять путем внесения повышенных доз CaCl_2 , бактериальной закваски, установления более высоких температур свертывания и второго нагревания. Молоко, которое не свертывается даже при добавлении полной дозы хлорида кальция, непригодно для производства сыра.

Молоко, применяемое для выработки сыра, должно быть биологически полноценным, т. е. являться благоприятной средой для развития молочнокислых бактерий.

Нельзя вырабатывать сыр из молока, полученного из хозяйств неблагополучных по бруцеллезу, туберкулезу, ящуру, маститу, лейкозу, а также в первые и последние семь дней лактации. Молозиво является неблагоприятной средой для развития молочнокислых бактерий, а низкое содержание в нем казеина затрудняет процесс коагуляции. Стародойное молоко плохо свертывается сычужным ферментом и отрицательно влияет на органолептические свойства сыра.

Свежевыдоенное молоко - неблагоприятная среда для развития молочнокислых бактерий: оно плохо свертывается сычужным ферментом. Биологические и технологические свойства молока улучшают, подвергая его созреванию - выдержке при низкой температуре (8 - 12°C) в течение 10 - 14 ч.

Кислотность молока влияет как на скорость свертывания, так и на структурно-механические свойства сычужного сгустка. Чем выше кислотность молока, тем быстрее оно свертывается и возрастает скорость синерезиса. При низкой кислотности образуется неплотный вялый сгусток, при повышенной - излишне плотный сгусток, из которого получается сыр крошливой консистенции. Оптимальной для сыроделия считается титруемая кислотность молока 19 - 21 °Т (твердые сыры) и 21 - 25°Т (мягкие сыры).

2. Режим пастеризации

При производстве сыров молоко пастеризуют при низких температурах (70 - 72°C или 74 - 76°C с выдержкой в течение 20 - 25 с). Более высокие температуры пастеризации ухудшают технологические свойства молока: увеличивается продолжительность сычужного свертывания, образуется дряблый и малосвязный сгусток. При обработке такого сгустка происходит дробление сырного зерна и образуется сырная пыль, в результате чего выход сыра снижается. Для улучшения структурно-механических и синеретических свойств сычужного сгустка и сокращения продолжительности свертывания в молоко после процесса пастеризации вносят увеличенное количество хлорида кальция, повышают кислотность молока.

3. Активность и состав бактериальной закваски и сычужного фермента

Молочнокислым бактериям принадлежит главная роль в процессе созревания сыров (их ферменты обеспечивают основные превращения составных частей молока). Они также влияют на процесс сычужного свертывания. За счет образования молочной кислоты молочнокислые бактерии регулируют уровень активной кислотности, создают благоприятные условия для действия сычужного фермента и обработки сгустка.

Для свертывания молока в сыроделии применяют главным образом сычужный фермент. Активность сычужного фермента зависит от кислотности, температуры молока и содержания в нем ионов кальция. Фермент проявляет свою активность при рН 5,2 - 6,3, оптимальное значение рН для сычужного фермента 6,2. Оптимальная температура его действия 39 - 42°C. Наряду с сычужным ферментом для свертывания молока применяют пепсин, получаемый из желудков свиней, взрослых жвачных животных и птицы.

12.2 Биохимические и физико-химические процессы при обработке сгустка и сырной массы

Сырная масса перед созреванием должна содержать оптимальное количество влаги, иметь определенные рН и структурно-механические свойства (связность, твердость и т. д.). Эти показатели зависят от интенсивности прохождения физико-химических и биохимических процессов:

Обработка сгустка. Важной операцией при изготовлении сыра является обработка сгустка. Цель ее состоит в том, чтобы удалить из сгустка избыток сыворотки и оставить такое ее количество, которое необходимо для дальнейшего течения биохимических процессов и получения сыра определенного типа и качества. Изменяя содержание сыворотки в сырном зерне, регулируют микробиологические процессы при созревании сыра.

Каждый вид сыра должен содержать оптимальное количество сыворотки в сырной массе. При выработке твердых сыров объем удаляемой сыворотки должен быть больше, чем при производстве мягких сыров. На скорость и степень выделения сыворотки влияют следующие факторы: состав молока, пастеризация, кислотность и др.

Состав молока, а именно количество в молоке жира и растворимых солей кальция, по-разному влияет на содержание влаги в сырной массе. Мелкие жировые шарики не препятствуют выделению из сгустка сыворотки, легко выходят из него и представляют собой основную массу потерь жира при производстве сыра. Крупные жировые шарики могут закупоривать капилляры и задерживать отделение сыворотки. Следовательно, чем жирнее молоко, тем хуже его сгусток выделяет влагу. Растворимые соли кальция (до определенного предела) способствуют получению плотного сгустка и быстрому выделению из него сыворотки. При недостатке в молоке солей кальция, как правило, образуется дряблый сгусток, из которого плохо удаляется влага.

Пастеризация молока изменяет физико-химические свойства белков и солей (денатурируют сывороточные белки, повышается гидрофильность казеина и т. д.). Поэтому сгусток, полученный из пастеризованного молока, при прочих равных условиях обезживается медленнее, чем сгусток из сырого молока.

Кислотность молока и сырной массы является решающим фактором, влияющим на выделение сыворотки из сырной массы. Молочнокислый процесс, начавшийся в исходном молоке, активно продолжается во время свертывания и обработки сырной массы. При этом количество молочнокислых бактерий в сырном зерне значительно выше, чем в сыворотке. Накопившаяся в сырном зерне молочная кислота снижает электрический заряд белков и тем самым уменьшает их гидрофильные свойства. Поэтому сгусток, полученный из зрелого молока, легче отдает сыворотку, чем сгусток из свежего молока. Однако молоко с излишне высокой кислотностью образует сгусток, быстро выделяющий сыворотку, что приводит к сильному обезживанию сырной массы. Удаление сыворотки из сгустка регулируют специальными приемами. К ним относится изменение температуры сырной массы и кислотности сыворотки, а также механические воздействия (разрезка сгустка, вымешивание сырного зерна) и др. Для каждого вида сыра установлены определенный размер сырных зерен, температура второго нагревания, интенсивность и продолжительность вымешивания и т. д.

Формование и прессование. Сырную массу при формовании соединяют в монолит, придают ему форму сыра и осуществляют дальнейшее выделение сыворотки. При самопрессовании и прессовании сырная масса уплотняется, удаляется свободная сыворотка, захваченная во время формования, образуются микроструктура и замкнутая поверхность сыра. Размеры сыра, способ формования, продолжительность прессования и величину давления выбирают в зависимости от вида вырабатываемого сыра.

Во время формования и прессования сыра молочнокислый процесс продолжается, объем микрофлоры увеличивается, следовательно, повышается кислотность сырной массы и происходит ее обезживание. Температура сыра во время технологических операций должна быть в пределах 18 - 20°C. Более низкая температура замедляет молочнокислый процесс и выделение сыворотки, что может отрицательно сказаться на качестве готового продукта. После прессования сыр должен иметь не только оптимальное содержание влаги, но и уровень активной кислотности (низкая и излишне высокая кислотность ухудшает качество сыра). Поэтому влажность и рН сыра после прессования устанавливают в зависимости от вида вырабатываемого сыра.

Посолка сыра. Одним из важнейших технологических факторов, влияющих на качество сыра, является степень его посолки.

Во время посолки, вследствие разности концентрации хлорида натрия, происходит диффузия соли в сыр из рассола с одновременным выделением из него влаги. Процесс диффузии соли происходит медленно, поэтому по слоям сыра она распределяется неравномерно. Выравнивание концентрации соли по слоям происходит через 1,5 - 3 мес., в зависимости от вида сыра.

Каждый вид сыра должен содержать оптимальное количество соли. На количество соли влияют содержание влаги в сыре, его размеры, способ и продолжительность посолки, концентрация, температура рассола и другие факторы. С повышением концентрации рассола увеличивается содержание соли и уменьшается содержание влаги в сыре после посолки. Концентрация рассола ниже нормы приводит к набуханию (ослизнению) поверхности сыра. Для твердых сыров концентрация хлорида натрия в рассоле должна быть не ниже 20%, для мягких и рассольных 16 - 18%. Температуру рассола необходимо поддерживать в пределах 8 - 12°C. С повышением температуры рассола (выше 12°C) увеличивается содержание хлорида натрия и уменьшается количество влаги в сыре. При этом могут создаваться условия для размножения стафилококков и образования ими энтеротоксинов, что представляет опасность с точки зрения пищевых отравлений.

Температура ниже 8°C способствует набуханию сыра и торможению молочнокислого процесса при созревании.

12.3 Изменение составных частей молока

Лактоза. Лактоза в процессе созревания сыров подвергается воздействию молочнокислых бактерий и довольно быстро, через 5 - 10 дней, полностью сбраживается. Основной продукт сбраживания лактозы - молочная кислота.

Титруемая кислотность сыров возрастает быстро в первые часы и дни после выработки, в дальнейшем она повышается очень медленно. В конце созревания кислотность может понизиться вследствие накопления щелочных продуктов распада белков.

Кроме титруемой кислотности в течение технологического процесса изменяется и водородный показатель.

В процессе созревания количество молочной кислоты уменьшается, так как она превращается в другие продукты. Молочная кислота может подвергаться пропионовокислороду, маслянокислороду и другим видам брожения, вступать в реакции с солями, белками и т. д.

Белки. Биохимические изменения белков лежат в основе созревания сыров. Под действием сычужного фермента, плазмина и ферментов молочнокислых бактерий белки сырной массы распадаются с образованием многочисленных азотистых соединений. Главным источником протеолитических ферментов, а следовательно, и основным фактором созревания сыра являются молочнокислые бактерии.

В процессе созревания сыра пара-казеин постепенно распадается на растворимые в воде белковые вещества (высокомолекулярные полипептиды), затем на средне- и низкомолекулярные полипептиды и пептиды.

Степень распада белков при созревании сыров характеризуют путем определения содержания в них азотистых соединений. Состав образующихся продуктов распада белков в мягких и твердых сырах различен. Он обуславливается видом используемой при созревании микрофлоры, режимами тепловой обработки сырного зерна, содержанием в сыре влаги, соли и т. д.

Степень зрелости сыров условно выражают в процентах (в виде отношения растворимого азота к общему азоту) или в *градусах Шиловича* (в градусах буферности). Чем глубже происходит распад белков, тем выше буферность и степень зрелости сыра.

При распаде белков в сырах накапливаются свободные аминокислоты. Качественный и количественный состав свободных аминокислот зависит от вида, влажности, возраста сыра, состава бактериальных заквасок и других факторов.

Молочный жир. Во всех сырах происходит гидролиз жира, катализируемый липолитическими ферментами. Однако степень распада жира в твердых и мягких сырах неодинакова. В мягких сырах гидролиз протекает более интенсивно, в твердых - значительно слабее (за исключением швейцарского и советского сыров, в которых жир существенно изменяется).

В мягких и полутвердых сырах гидролиз жира зависит от развития поверхностной микрофлоры. Плесневые грибы, некоторые дрожжи и бактерии сырной слизи активно гидролизуют жир. Вследствие этого в сырах накапливается значительное количество жирных кислот, среди которых летучие кислоты имеют важное значение для образования вкуса и аромата продукта. В зрелых мягких сырах содержание жирных кислот в корке и внутри сыра различно.

Некоторые мягкие сыры (рокфор и др.) созревают при участии вносимой в них плесени, которая вырабатывает активные липазы, гидролизующие жир не только на поверхности, но и внутри сыра.

Во всех видах сыров обнаружены свободные жирные кислоты - масляная, валериановая, капроновая, каприловая, каприновая. В твердых сырах их содержание незначительно, в мягких сырах многие из них обуславливают характерные острый вкус и запах.

12.4 Изменение содержания влаги и минеральных веществ

Все сыры в процессе посолки и созревания теряют то или иное количество влаги. Большая часть влаги (5-7 % массы сыра) извлекается из сыра при посолке. Потери влаги в процессе посолки зависят от концентрации рассола: чем она выше, тем больше влаги удаляется из сыра. После посолки во время выдержки сыра в камерах сырохранилища потери влаги (усушка сыра) продолжаются. Наибольшие потери влаги наблюдаются в первые дни созревания сыра (во время посолки и выдержки в бродильной камере), в дальнейшем усушка снижается и составляет 1 - 1,5%.

Усушка сыра во время созревания зависит от содержания влаги в сыре, его размеров, условий созревания (относительной влажности и температуры воздуха в камере созревания и т. д.), а также от сроков применения защитных покрытий.

Общее количество минеральных веществ в процессе созревания сыра изменяется в результате выделения солей с сывороткой при посолке и выщелачивании во время мойки сыра. Вследствие образования кислот (молочной, уксусной и др.) может изменяться состав солей. Например, при накоплении молочной кислоты от казеина отщепляются фосфат кальция и органический кальций в виде лактата кальция, в результате чего к концу созревания в сыре повышается количество растворимого кальция, а фосфат кальция откладывается между сырными зёрнами и внутри них.

12.5 Формирование структуры, консистенции и рисунка сыра

Структура. Под структурой плотного продукта понимают размеры и пространственное расположение отдельных частиц или компонентов.

Каждый вид сыра имеет свою, характерную для него микроструктуру, но в целом у всех сычужных сыров она состоит из одних и тех же структурных элементов. К ним относятся *макрозерна*, имеющие включения в виде *микрозерен* и отделенные друг от друга прослойками с *макропустотами* (рис. 6).

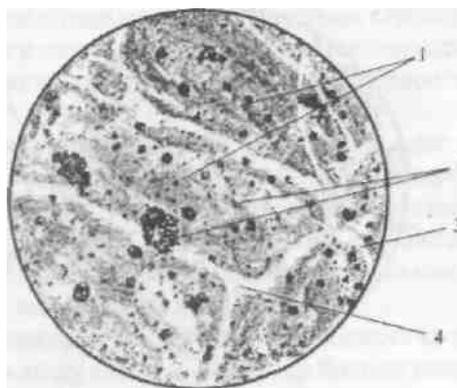


Рис.6. Микроструктура сыра: 1 – макрозерна; 2 – микрозерна; 3 – прослойки; 4 – микропустоты

Макрозерна представляют собой сырные зёрна, полученные после разрезки и об работки стгустка и соединенные между собой при формовании и прессовании сыра. Размер макрозерен определяется видом сыра - в мягких сырах он в 2 - 3 раза больше, чем в твердых. В корковом слое они сплющиваются и имеют более вытянутую форму, чем в центральной части. Сырные зёрна, прилегающие к глазкам, также сильно деформированы.

Прослойки между макрозернами состоят из белково-сывороточного вещества и образуются в результате слияния оболочек сырных зерен, прилегающих друг к другу. Толщина прослоек в твердых сырах в среднем равна 11 мкм (в мягких - 30-35 мкм). В процессе созревания она несколько уменьшается, но прослойки обнаруживаются в сырах любого возраста.

В макрозернах содержатся различные включения - микрозерна. К ним относятся жировые микрозерна, кристаллические отложения солей кальция и колонии микроорганизмов.

Жировые микрозерна - это жировые капли диаметром около 11 мкм, представляющие собой молочный жир, деэмульгированный в процессе выработки и созревания сыра.

Кристаллические отложения солей кальция (кристаллические микрозерна) обнаружены во всех твердых сырах. Они представляют собой фосфат кальция, отщепленный от параказеина в процессе созревания. Отложения солей имеют округлую форму и размер около 19 мкм; в процессе хранения сыров их размер увеличивается. Основная масса солей Кальция располагается по прослойкам между макрозернами, меньшая - в макрозернах. В мягких сырах отложений солей кальция меньше и их гранулы мельче, чем в твердых сырах.

Консистенция. Консистенция формируется в процессе созревания сыра. После прессования связность и твердость сырной массы невысоки. В первой половине созревания сырная масса уплотняется. Затем во второй половине созревания плотность и твердость массы несколько понижаются вследствие ферментативного распада белков. В конце созревания процессы уплотнения и разрушения структуры проходят с одинаковой интенсивностью и сыр приобретает определенные структурно-механические свойства - плотность, твердость, пластичность и т. д.

Консистенции сыра определяется в первую очередь его структурой - размерами и распределением макро- и микрозерен, а также прослоек. Другими факторами, влияющими на консистенцию сыра, являются скорость и степень распада белков, состав не распавшегося параказеинового комплекса (содержание в нем кальция), количество и состояние в сырной массе влаги, жира и т. д.

Рисунок. В процессе созревания сыра вследствие биохимических реакций выделяются газы: углекислый газ, водород, аммиак и др. Частично газы выделяются наружу, частично задерживаются в сырной массе, образуя глазки.

Аммиак образуется при дезаминировании аминокислот. Часть его вступает в соединение с кислотами, часть накапливается в свободном состоянии и улетучивается, о чем свидетельствует запах аммиака в сырохранилищах.

Водород выделяется в процессе маслянокислого брожения молочной кислоты, а также в результате деятельности бактерий группы кишечных палочек. Он плохо растворяется в сырной массе, легко диффундирует через неплотные участки, поэтому не задерживается в сыре. Однако при энергичном маслянокислом брожении образуется большое количество водорода, что может привести к получению неправильного рисунка и вспучиванию сыра.

Углекислый газ по сравнению с другими газами выделяется в значительно больших количествах. Он образуется при сбраживании молочного сахара и солей молочной кислоты (лактатов) ароматобразующими молочнокислыми, пропионовокислыми, маслянокислыми бактериями, бактериями группы кишечных палочек, а также при декарбоксилировании аминокислот и жирных кислот. Углекислый газ сравнительно хорошо растворяется в сырной массе, однако его образуется настолько много, что он создает пересыщенный раствор и при благоприятных условиях начинает выделяться. Газ скапливается в микропустотах сырной массы, постепенно расширяет их, превращая в глазки. При быстром выделении CO_2 таких центров скопления газа будет очень много, и тогда глазки образуются мелкие и в большом количестве (голландский, костромской сыры). При медленном выделении CO_2 , например, в советском и швейцарском сырах, глазки образуются крупные и в малом количестве.

12.6 Образование вкусовых и ароматических веществ сыра

Биохимические процессы, протекающие во время созревания сыра, приводят к значительным изменениям его основных составных частей. Многочисленные химические соединения, являющиеся продуктами распада белков, жира и молочного сахара, влияют на вкус и аромат сыра. Все эти соединения в разной степени участвуют в формировании вкусовых особенностей сыра.

Важная роль в создании вкуса сыра принадлежит летучим жирным кислотам и карбонильным соединениям (альдегидам, кетонам), образующимся при распаде молочного сахара,

аминокислот и жира. Из многих сыров выделены разнообразные летучие жирные кислоты. Так, уксусная, пропионовая, масляная, муравьиная кислоты обнаружены в твердых сырах (швейцарском, советском, голландском) и считаются основными кислотами, влияющими на вкус и аромат этих сыров. В мягких сырах в большом количестве накапливаются среднемолекулярные жирные кислоты (капроновая, каприловая, каприновая и валериановая), обладающие специфическим острым вкусом. В большинстве сыров обнаружены различные альдегиды, из которых метиональ обладает сильным сырным запахом и считается важным компонентом вкуса и аромата российского сыра и чеддера. В создании вкуса и аромата рок-фора и других мягких сыров участвуют метилкетоны, образующиеся при окислении жирных кислот.

На вкус сыров существенно влияют продукты распада белковых веществ - пептиды и аминокислоты. В первой половине периода созревания сыров вследствие накопления большого количества пептидов ощущается горьковатый привкус, но затем по мере их гидролиза горечь исчезает и сыр приобретает специфический для него вкус. Все виды сыров содержат свободные аминокислоты, многие из которых имеют выраженный вкус. Сладкий вкус характерен для аланина, пролина, глицина, горький - для триптофана, лейцина, бульонный - для глутаминовой кислоты.

12.7 Физико-химические процессы при производстве плавленых сыров

Плавленые сыры представляют собой концентрированные белковые продукты. Содержание растворимых белков в них выше, чем в исходных сычужных сырах, а использование при их производстве творога и сывороточных белков способствует увеличению количества незаменимых аминокислот (метионина, цистина и др.). Пищевую ценность плавленых сыров повышают жиры, минеральные соли, органические кислоты, витамины А, В₂ и др.

Основной показатель качества плавленых сыров - консистенция, которая формируется в процессе плавления сырной массы. Она во многом зависит от правильности подбора сырья, солей-плавителей, рН смеси, а также от температуры плавления и давления гомогенизации.

В процессе плавления сырной массы с солями-плавителями изменяются физико-химические свойства пара-казеинового комплекса. Значительно увеличивается количество водорастворимых белковых веществ и повышается водосвязывающая способность сырной массы.

Пластичная консистенция плавленых сыров и наибольшее количество растворимых белковых веществ образуются при плавлении молодых и зрелых сыров с гидрофосфатом ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), пирофосфатом, полифосфатом и цитратом натрия ($2\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$), растворы которых имеют щелочной или нейтральный характер. Применение кислых солей снижает рН сыра и ухудшает консистенцию готового продукта. Это обусловлено тем, что введение солей-плавителей изменяет рН сыра - одного из главных факторов, влияющих на процесс плавления и консистенцию плавленого сыра. Оптимальные значения рН плавленых сыров в зависимости от вида соли-плавителя и зрелости исходного сырья.

Микроструктура плавленых сыров отличается от микроструктуры натуральных сычужных сыров. При производстве плавленых сыров микроструктура исходного сыра под воздействием механических и тепловых факторов изменяется. Для плавленых сыров характерна более мелкопористая структура. На фоне однородной белковой массы (без макрозерен) видны жировые микрозерна, микропустоты и отложения солей кальция. Средний диаметр микрозерен жировых капель в плавленых сырах высокого качества составляет 6 - 8 мкм. В сырах более низкого качества наблюдаются жировые микрозерна диаметром 13 мкм и выше. Размер микропустот в плавленых сырах в 2 - 3 раза меньше размера микропустот исходного сыра, но они содержат вакуоли (пузырьки воздуха) размером 2 - 3 мкм. Количество отложений солей кальция зависит от зрелости сыра и вида применяемых солей-плавителей.

Контрольные вопросы:

- 1 Что понимают под сыропригодностью молока?
- 2 Назовите основные стадии сычужного свертывания молока.
- 3 Перечислите основные факторы, влияющие на отделение сыворотки от сгустка при его обработке.
- 4 Как изменяется рН сыра в процессе созревания?
- 5 Чем различаются процессы распада белков при созревании твердых и мягких сыров?

- 6 Как определяют степень зрелости сыров по Шиловичу?
- 7 Расскажите об изменении жира в процессе созревания сыров.
- 8 Дайте характеристику структурных элементов микроструктуры сыров.
- 9 Каким образом формируется консистенция сыров?
- 10 Расскажите о механизме формирования рисунка сыра.
- 11 Какие основные соли-плавители используются при производстве плавленых сыров?
- 12 От каких факторов зависит формирование консистенции плавленых сыров?

ЛЕКЦИЯ 13. БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАСЛА

- 13.1 Производство масла методом сбивания сливок
- 13.2 Производство масла методом преобразования высокожирных сливок
- 13.3 Влияние режимов подготовки сливок на процессы маслообразования
- 13.4 Порча жира
- 13.5 Факторы, влияющие на стойкость масла при хранении

13.1 Производство масла методом сбивания сливок

Основные физико-химические изменения жировой фазы сливок происходят в период их физического созревания и в процессе сбивания.

Устойчивость жировой фазы сливок, как и молока, обусловлена наличием липопротеидных оболочек на поверхности жировых шариков. Оболочки обладают упругостью, механической прочностью, имеют электрический заряд и окружены молекулами воды.

В процессе физического созревания сливок жир отвердевает и жировая эмульсия (дисперсия) частично дестабилизируется. При низких температурах изменяются свойства защитных оболочек жировых шариков - ослабляется их связь с молочным жиром, уменьшается толщина, снижаются эластичность и прочность. При кристаллизации глицеридов, особенно высокоплавких, может нарушаться целостность оболочек некоторых жировых шариков. На них образуются трещины, через которые выдавливается жидкая часть жира. После частичной или полной гидрофобизации поверхности жировых шариков образуются их агрегаты, скопления и комки. Если жир находится в жидком состоянии, то возможно слияние жировых шариков, в результате которого образуются шарики более крупных размеров.

В результате механической обработки сливок при их сбивании в маслоизготовителе жировая дисперсия полностью разрушается. Жировые шарики окончательно лишаются оболочек, объединяются сначала в мелкие, а затем в более крупные комочки, т. е. образуют масляные зерна, которые подвергают дальнейшей обработке для получения однородного пласта масла с равномерно распределенными каплями влаги.

Следовательно, во время физического созревания и сбивания сливок изменяется структура жировой дисперсии, создается структура масла. Консистенция масла зависит от степени отвердевания жира и определяется химическим составом молочного жира, режимами пастеризации, физического созревания и сбивания сливок.

13.2 Производство масла методом преобразования высокожирных сливок

Сущность способа заключается в концентрации молочного жира путем сепарирования и преобразования высокожирных сливок в масло при их термомеханической обработке. Маслообразование включает процессы отвердевания жира, обращения фаз и структурообразования.

В высокожирных сливках, полученных путем вторичного сепарирования пастеризованных сливок, содержится 62 - 82,5% жира. При сепарировании жировые шарики максимально сближаются без потерь оболочек, которые, однако, становятся более тонкими и менее прочными.

Высокожирные сливки представляют собой достаточно стабильную эмульсию, жировые шарики которой разделены тонкими водно-белковыми прослойками. Для превращения высокожирных сливок в масло необходима дестабилизация жировой эмульсии.

В маслообразователе горячие высокожирные сливки подвергаются одновременному воздействию низких положительных температур и механической обработки. При охлаждении сливок до температуры кристаллизации основной массы триглицеридов молочного жира (18 -

22°C) жировая эмульсия дестабилизируется. Механическая обработка при дальнейшем снижении температуры до 11 - 14°C ускоряет процесс дестабилизации.

Во время охлаждения сливок жир внутри жировых шариков отвердевает и кристаллизуется. В результате кристаллизации жира устойчивость оболочек уменьшается, и при интенсивном механическом перемешивании они разрываются. Из жировых шариков выделяется жидкий жир, не успевший отвердеть. Затем наступают, преимущественно, отвердевание и кристаллизация глицеридов жира из расплава (жидкого) жира. Таким образом, из жидкого жира при его массовой кристаллизации образуется непрерывная жировая фаза, в которой распределяются кристаллический и отвердевший жир, мелкие капли влаги (плазмы) и отдельные жировые шарики с неразрушенными оболочками. Следовательно, при маслообразовании происходит процесс, который называют *сменой*, или *обращением*, *фаз*.

Процесс обращения фаз протекает во времени, поэтому в маслообразователе одновременно присутствуют эмульсии двух типов - прямая и обратная. К концу перемешивания, когда количество свободного жира достигает максимума, преобладает обратная эмульсия - эмульсия влаги в жире.

Консистенция масла зависит от скорости кристаллизации глицеридов и степени отвердевания молочного жира.

13.3 Влияние режимов подготовки сливок на процессы маслообразования

Процессы маслообразования (отвердевание жира, дестабилизация жировой эмульсии, структурообразование) зависят от:

Качества исходного сырья, в первую очередь от химического состава молочного жира. Жирно-кислотный состав триглицеридов молочного жира (соотношение легкоплавких и высокоплавких глицеридов) влияет на степень отвердевания жира, определяющую консистенцию и стойкость масла при хранении. Химический состав жира существенно зависит от времени года и корма. Так, летом при скармливании животным больших количеств подсолнечных, льняных жмыхов, силоса увеличивается количество ненасыщенных жирных кислот и легкоплавких глицеридов в молочном жире. Зимой при скармливании соломы, в большом количестве углеводистых кормов (картофель, свекла) повышается содержание насыщенных жирных кислот и высокоплавких глицеридов. Эти изменения глицеридного состава жира необходимо учитывать при выборе режимов пастеризации, физического созревания, сбивания сливок, маслообразования.

Пастеризация сливок. Сливки пастеризуют для повышения стойкости масла при хранении и придания продукту специфического вкуса и запаха. Вследствие большого содержания жира, обладающего низкой теплопроводностью, сливки необходимо пастеризовать при более высокой температуре, чем молоко. Повышенная температура также необходима для полного разрушения ферментов (липазы, протеазы и др.), вызывающих порчу масла.

Специфические вкус и аромат масла обуславливают многочисленные летучие соединения, образующиеся из составных частей сливок при нагревании. К ним относятся разнообразные лактоны, серосодержащие соединения, летучие жирные кислоты, метилкетоны и др. Важным компонентом вкуса и аромата сладкосливочного масла, особенно вологодского, являются сульфгидрильные группы ($-SH$), сероводород и другие серосодержащие соединения.

Большое значение для выбора режимов тепловой обработки имеют качество сливок и время выработки масла. Сливки высокого качества и полученные в летнее время, когда в жире повышено содержание легкоплавких глицеридов, следует пастеризовать при 85 - 90°C. Более высокие температуры пастеризации могут привести к излишней дестабилизации жировой эмульсии и увеличению в сливках содержания вытопленного жира. В случае переработки сливок второго сорта, а также сливок, полученных зимой, когда жир содержит много высокоплавких глицеридов, рекомендуется температуру пастеризации повысить до 92 - 96°C.

Охлаждение сливок. После пастеризации (и вторичного сепарирования) весь молочный жир сливок находится в расплавленном состоянии. Чтобы подготовить жир к получению масла, сливки необходимо охладить до температуры ниже точки отвердевания молочного жира.

На степень отвердевания жира влияют температура и продолжительность охлаждения, жирно-кислотный состав триглицеридов и другие факторы. Перемешивание ускоряет отвердевание и кристаллизацию жира, т. е. позволяет сократить сроки низкотемпературной подготовки.

Процесс отвердевания происходит неравномерно, так как молочный жир представляет собой смесь триглицеридов с различной температурой застывания (отвердевания). Триглицериды в твердом состоянии имеют вид кристаллов. Наиболее интенсивно жир отвердевает в первые минуты охлаждения сливок: сначала отвердевают высоко- и среднеплавкие глицериды, затем легкоплавкие. Каждой температуре охлаждения соответствует определенная степень отвердевания жира, после чего устанавливается равновесие между твердым и жидким жиром.

Степень отвердевания жира при охлаждении сливок влияет на консистенцию масла. Оптимальным считается отвердевание 30 - 35% жира. При избыточном отвердевании жира получается масло грубой консистенции, а при недостаточном - мягкой.

При выработке масла способом сбивания для отвердевания оптимального количества жира сливки выдерживают в течение определенного времени при температуре ниже точки отвердевания жира. Такую выдержку называют *физическим созреванием*.

В процессе физического созревания сливок, наряду с отвердеванием жира, внутри шариков происходит частичная дестабилизация жировой дисперсии с образованием агрегатов и скоплений жировых шариков (комков).

Сквашивание сливок. При выработке кисло-сливочного масла сливки заквашивают чистыми культурами молочнокислых бактерий. Молочнокислые бактерии сбраживают молочный сахар с образованием молочной кислоты и ароматических веществ (диацетила, летучих жирных кислот и др.). Один из главных компонентов запаха кисломолочного масла - диацетил. Сквашивание сливок не только придает маслу специфические кисломолочные вкус и запах, но и, вследствие понижения pH плазмы, повышает стойкость продукта при хранении.

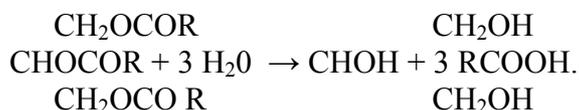
В результате сквашивания кислотность плазмы сливок возрастает до 55 - 65Т. При выборе степени сквашивания сливок следует учитывать время года, качество сырья, вид вырабатываемого масла и условия его хранения.

13.4 Порча жира

При хранении сливочного масла, особенно в неблагоприятных условиях, молочный жир изменяется, образуется ряд химических соединений, обладающих часто неприятным вкусом и запахом. Изменение химического состава жира, а также разрушение каротина и витаминов обуславливают ухудшение органолептических показателей, снижение пищевой и биологической ценности масла. Изменение вкуса и запаха жира иногда приводит к тому, что продукт становится непригодным к употреблению. Это явление называют *пищевой порчей жира*.

Порча жира может протекать как под влиянием ферментов (выделяемых главным образом микроорганизмами), так и под действием кислорода воздуха. Действие этих факторов ускоряют повышенная влажность и температура, свет, соли металлов (меди, железа, свинца, цинка). Различают гидролитическую и окислительную порчу жира. Вид порчи зависит от состава жира и условий его хранения.

Гидролитическая порча. Гидролиз - это процесс расщепления жира на глицерин и жирные кислоты. Конечный результат гидролиза триглицеридов может быть представлен в следующем виде:



В действительности же гидролиз триглицеридов идет в три стадии: триглицерид → диглицерид + жирная кислота → моноглицерид + жирная кислота → глицерин + жирная кислота. Эти стадии протекают последовательно, но с разными скоростями.

Гидролиз жира вызывается, главным образом, ферментом липазой. Однако он может проходить и без ее участия - при высокой влажности и температуре хранения в результате воздействия на жир кислорода воздуха и света. Гидролиз жира характеризуется накоплением свободных жирных кислот. Появление в жире при гидролитическом распаде высокомолекулярных жирных кислот, не имеющих вкуса и запаха, не изменяет органолептических показателей продукта. Освобождение таких летучих низкомолекулярных жирных кислот, как масляная, капроновая, каприловая, обладающих неприятным запахом и специфическим вкусом, резко ухудшает органолептические свойства масла.

Окислительная порча.

Окислительная порча молочного жира протекает при низких температурах в присутствии кислорода воздуха и света. При этом происходит глубокий распад жира с образованием пероксидов, альдегидов, кетонов, оксикислот и других соединений, обладающих неприятным вкусом и запахом. Таким образом, окисление жира сопровождается появлением посторонних нежелательных привкусов, вследствие чего продукт приобретает различные пороки вкуса (прогорклый, салостый и др.). Окислению подвергаются в первую очередь полиненасыщенные жирные кислоты, т. е. наиболее биологически ценная составная часть триглицеридов жира и фосфолипидов.

Первичные продукты окисления (гидропероксиды, пероксиды) существенно не влияют на органолептические свойства жиров. После их накопления в жире начинают протекать разнообразные реакции, в результате которых образуются вторичные продукты окисления, обладающие неприятными вкусом и запахом, - альдегиды, кетоны, оксикислоты и др. При этом различают два основных вида порчи жиров: *прогоркание и осаливание*.

13.5 Факторы, влияющие на стойкость масла при хранении

Под *стойкостью масла* понимается его способность сохранять длительное время высокое качество. Установлено, что порча масла протекает, главным образом, на границе фаз жир - вода, жир - воздух. Следовательно, стойкость масла при всех прочих равных условиях зависит от степени диспергирования влаги (плазмы) и содержания в нем воздуха. Правильное распределение влаги - один из основных факторов повышения стойкости масла. Измельчение капелек влаги приводит к их изоляции, вследствие чего водная часть масла, содержащая питательные вещества, становится малодоступной для микроорганизмов. Однако избыточная обработка масляного зерна отрицательно влияет на стойкость масла - в нем увеличивается количество воздуха, способствующего окислению жира.

Масло, выработанное методом преобразования высокожирных сливок, характеризуется наиболее тонким распределением влаги (средний размер капелек равен 4 - 5 мкм) и малым содержанием воздуха. Поэтому оно имеет повышенную стойкость по сравнению с маслом, полученным сбиванием сливок, в котором содержится в 3 раза больше капелек размером 9 - 10 мкм. Однако оно более подвержено окислительной порче в условиях длительного хранения при низких отрицательных температурах (-18°C).

Стойкость масла при хранении зависит от химического состава молочного жира, и в первую очередь, от содержания в нем полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой и арахидоновой). Их количество зависит от времени года (повышается весной, понижается осенью и зимой) и географической зоны получения молочного жира. Чаще всего нестойко при длительном хранении масло, выработанное из весеннего молока.

Многие компоненты плазмы масла влияют на скорость окислительной порчи, являясь антиокислителями или ускорителями окисления. Ускорителями окислительных процессов в плазме могут служить металлы, хлорид натрия, молочная кислота, диацетил. Металлы (медь, железо) снижают стойкость масла, так как являются сильными катализаторами окислительных реакций. Содержание меди в большей степени зависит от района производства масла и сильно повышается при посолке.

Каталитическое действие металлов усиливают повышенные количества хлорида натрия и молочной кислоты. Поэтому необходимо контролировать кислотность плазмы и соблюдать нормы внесения соли в масло. Кислотность плазмы стойкого сладко-сливочного масла должна быть не выше 19°Т, кисло-сливочного - не выше 35°Т, содержание соли — не более 1%.

К естественным антиокислителям (антиоксидантам) плазмы масла относятся токоферолы, аскорбиновая кислота, лецитин и др. Как показывает практика, масло летней выработки, богатое этими соединениями, обладает большей стойкостью при хранении, чем зимнее.

Стойкость масла при хранении во многом зависит от бактериальной обсемененности и состава микрофлоры. Особенно нежелательно наличие в масле бактерий и плесневых грибов, обладающих липолитической активностью. Для повышения стойкости масла используют специальные культуры дрожжей. Дрожжи подавляют развитие плесеней и препятствуют прогорканию масла. В последние годы в качестве консерванта стали применять сорбиновую кислоту.

Контрольные вопросы:

1. Физико-химические основы производства масла методом сбивания сливок.
2. Какие процессы включает маслообразование при преобразовании высокожирных сливок в масло?
3. Какие факторы влияют на степень отвердевания жировой фазы в маслообразователе?
4. Что происходит с жиром при физическом созревании?
5. Как формируется вкус и запах сладко-сливочного и кисло-сливочного масла?
6. как влияет структура масла на его консистенцию?
7. Как влияет степень диспергирования плазмы и воздуха на стойкость масла при хранении?
8. Назовите естественные антиокислители масла.
9. Назовите причины прогоркания масла.

ЛЕКЦИЯ 14. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ И ЗЦМ

14.1 Сгущенное молоко с сахаром

14.2 Сгущенное стерилизованное молоко

14.3 Сухие молочные продукты и ЗЦМ

14.1 Сгущенное молоко с сахаром

Пищевые продукты консервируют для предохранения от порчи при хранении (от лат. *conservare* - сохранять). Для этого создают условия, при которых подавляются химические и биохимические процессы разложения входящих в состав продуктов жиров, белков и углеводов. При консервировании стремятся максимально сохранить исходные свойства продукта, его пищевую и биологическую ценность. Принципы и методы консервирования пищевых продуктов многочисленны. Производство молочных консервов основано на подавлении химических и микробиологических процессов (анабиоз) и полном уничтожении микроорганизмов (абиоз).

Консервирование по принципу анабиоза осуществляют, в основном, физическими способами - повышением осмотического давления (осмоанабиоз) и высушиванием (ксероанабиоз). Химические способы - внесение консервантов (сорбиновая кислота, антиокислители жира) и антибиотиков (низин и др.) - применяют лишь для повышения стойкости молочных консервов при хранении и смягчения режимов стерилизации. Принцип абиоза используют в производстве сгущенного стерилизованного молока, когда в результате стерилизации полностью уничтожаются бактерии и споры в предварительно сгущенном продукте.

К молочным консервам относят сгущенное молоко с сахаром, сгущенное стерилизованное молоко, сухое молоко и др. Широкое развитие получили разнообразные заменители цельного молока (ЗЦМ), применяемые при выпойке молодняка сельскохозяйственных животных: сухой ЗЦМ для телят и ягнят, ЗЦМ-2, Био-ЗЦМ, регенирированное молоко и др.

Производство сгущенного молока с сахаром основано на увеличении концентрации сухих веществ молока путем сгущения и добавления сахарозы.

По ГОСТ 2903 - 78 сгущенное молоко с сахаром должно иметь следующий состав (в %) и свойства: содержание влаги не более 26,5, сахарозы не менее 43,5, сухих веществ молока не менее 28, в том числе жира не менее 8,5; кислотность не более 48Т; вязкость 3 - 10 Пас.

Основным показателем, определяющим качество сгущенного молока с сахаром, является консистенция (наиболее часто встречающийся порок продукта - изменение его консистенции - загустевание).

Один из важнейших факторов, влияющих на консистенцию сгущенного молока с сахаром, - химический состав молока, главным образом, его белково-солевой состав. Для производства продукта наиболее пригодно молоко с низкой величиной соотношения между жиром и СОМО (около 0,425), с мелкими жировыми шариками и казеиновыми мицеллами и оптимальным содержанием кальция (не более 125 мг%). Эти показатели зависят от времени года, стадии лактации, породы, состояния здоровья животных и других факторов.

Вязкость готового продукта зависит от кислотности молока. Повышение кислотности сырого молока (в результате сбивания бактериями молочного сахара) нарушает солевой

баланс молока, снижает тепловую устойчивость казеина и отрицательно сказывается на консистенции сгущенного молока с сахаром.

Во время тепловой обработки - пастеризации и сгущения - происходят физико-химические изменения составных частей исходного молока.

При пастеризации денатурируют сывороточные белки, концентрация которых при сгущении увеличивается. Изменяется структура казеина: он приобретает способность к агрегации. Часть солей молока переходит в нерастворимое состояние - изменяется соотношение между катионами кальция, анионами фосфорной и лимонной кислот. Таким образом, режим пастеризации влияет на белково-солевой состав молока и, следовательно, на вязкость сгущенного молока с сахаром и его стойкость к загустеванию при хранении. Например, температура пастеризации молока 85 - 95°C способствует повышению вязкости сгущенного молока с сахаром, а температура выше 100°C - получению продукта сравнительно жидкой консистенции. Следовательно, для выработки продукта оптимальной вязкости режим пастеризации следует выбирать с учетом сезонных изменений состава и свойств молока.

Во время сгущения возрастает концентрация солей кальция, в результате чего казеиновые мицеллы укрупняются и соединяются с денатурированными сывороточными белками. Изменению подвергается жировая фаза молока. При пастеризации дробятся жировые шарики, комочки слипшихся шариков разъединяются, снижается скорость отстаивания сливок. Во время сгущения, наряду с дроблением жировых шариков (при увеличении числа мелких шариков размером менее 2 мкм), наблюдается их укрупнение и частичная дестабилизация жировой эмульсии. При этом выделяются летучие жирные кислоты и лактоны, которые вместе с продуктами распада молочного сахара участвуют в формировании свойственных пастеризованному молоку вкуса и запаха.

В процессе пастеризации и сгущения разрушаются ферменты и витамины. В процессе сгущения уменьшается содержание витамина А на 19%, В₂ - на 8-21, В₆ и В₁₂ - на 40, С - на 20, Е - на 3-12%.

Технологический режим сгущения молока (температура и длительность ее воздействия) также существенно влияет на коллоидную систему молока и консистенцию готового продукта. Оптимальным считается следующий режим: температура не выше 60°C и продолжительность не более 2 - 2,5 ч.

Большое значение для качества продукта имеют состав и время введения в молоко сахарного сиропа. Сахарный сироп целесообразно подавать в вакуум-выпарную установку одновременно с молочной смесью или за 20 - 25 мин до окончания сгущения (при содержании в сгущенном молоке 46 - 48% сухих веществ). Сахарный сироп должен содержать минимальное количество инвертного сахара (смесь фруктозы и глюкозы), образующегося при инверсии сахарозы.

Во время охлаждения происходит кристаллизация молочного сахара, от правильности проведения которого зависит консистенция готового продукта.

В неохлажденном сгущенном молоке с сахаром содержится 11 - 12% лактозы, которая растворена в 25 - 26% влаги, образуя при 50 - 60°C насыщенный раствор. При охлаждении продукта после сгущения (до 20°C) раствор лактозы становится пересыщенным, и часть ее выпадает в виде кристаллов. Переход лактозы в кристаллическое состояние происходит в две стадии: сначала зарождаются центры кристаллизации, затем растут кристаллы.

Размер кристаллов молочного сахара зависит от режима охлаждения сгущенного молока (температуры и продолжительности).

Консистенция сгущенного молока с сахаром определяется размерами и количеством образовавшихся при охлаждении и хранении продукта кристаллов молочного сахара.

Для обеспечения хорошей консистенции продукта необходимо стремиться к массовому образованию мелких кристаллов лактозы (размером до 10 мкм) при возможно полной ее кристаллизации. Недостаточно полная кристаллизация лактозы в процессе охлаждения может привести к ее кристаллизации во время хранения продукта. При этом образуются крупные кристаллы размером 20 - 25 мкм. Быстрое охлаждение сгущенного молока с сахаром до температуры усиленной кристаллизации (18 - 20°C) способствует образованию большого количества мелких кристаллов лактозы. Длительное охлаждение может привести не только к выпадению крупных кристаллов лактозы, но и к другим порокам продукта - загустеванию и побурению.

На интенсивность кристаллизации лактозы влияют также количество вносимой в сгущенное молоко затравки, продолжительность и интенсивность его перемешивания.

14.2 Сгущенное стерилизованное молоко

При производстве сгущенного стерилизованного молока консервирование путем повышения концентрации сухих веществ сочетают с высокотемпературной обработкой продукта.

Сгущенное стерилизованное молоко, согласно требованиям ГОСТ 1923-78, должно содержать не менее 25,5% сухих веществ, в том числе не менее 7,8% жира (молоко концентрированное стерилизованное - сухих веществ не менее 27,5%, в том числе жира не менее 8,6%).

Качество сгущенного стерилизованного молока и его стойкость при хранении во многом зависят от качества исходного молока и режимов тепловой обработки.

Термоустойчивость является важным технологическим свойством молока, определяющим способность сохранять при высоких температурах свои первоначальные свойства. К факторам, обуславливающим термоустойчивость молока, в первую очередь относят состав казеина, солей и рН. При увеличении в молоке концентрации фосфатов и цитратов уменьшается количество ионов кальция, что приводит к нарушению структуры казеинового комплекса и снижению его устойчивости.

Кроме перечисленных факторов термоустойчивость молока может зависеть от размера казеиновых мицелл - чем они мельче, тем более термоустойчиво молоко, и наоборот. Мелкие мицеллы содержат, как правило, больше χ -казеина и меньше коллоидного фосфата кальция по сравнению с крупными, и поэтому они в меньшей степени склонны к агрегации. Снижению термоустойчивости молока способствует повышенное количество термолабильных сывороточных белков, содержащиеся в молоке коров, больных маститом, и в молозиве.

Предварительная пастеризация молока перед стерилизацией является одним из путей стабилизации белковой системы молока, т. е. повышения его термоустойчивости. Стабилизация достигается осаждением при пастеризации избытка фосфата кальция и термолабильных сывороточных белков.

Режим и степень сгущения молока перед стерилизацией влияют на коллоидные свойства белков. Процесс сгущения молока ведут при тех же режимах, что и в производстве сгущенного молока с сахаром (до получения продукта плотностью 1061 - 1068 кг/м³).

Длительное воздействие высокой температуры при стерилизации может вызвать глубокие изменения белков, солей, молочного сахара, разрушение витаминов (А, В, В₁₂, В₆, С), повышение кислотности, изменение цвета и вкуса молока.

Для полного уничтожения микроорганизмов молоко обычно стерилизуют при 116 - 118°C в течение 15 - 17 мин.

Для повышения термоустойчивости молока и получения продукта с меньшей вязкостью вносят соли-стабилизаторы (в количестве 0,05—0,3%, исходя из результатов пробной стерилизации). Повышение термоустойчивости молока при внесении солей происходит вследствие снижения количества ионов кальция. Для предотвращения загустевания продукта, особенно при производстве сгущенного стерилизованного молока с повышенным содержанием сухих веществ соли-стабилизаторы следует вносить в молоко перед сгущением.

При производстве сгущенного стерилизованного молока применяют антибиотик низин. Добавление низина позволяет проводить стерилизацию при более низкой температуре и с меньшей выдержкой. Применение смягченных режимов стерилизации с использованием низина и солей-стабилизаторов способствует повышению качества продукта и дает возможность вырабатывать сгущенное стерилизованное молоко в период пониженной термоустойчивости молока (в зимне-весенний период).

14.3 Сухие молочные продукты и ЗЦМ

Сухие молочные продукты обладают высокой пищевой ценностью, хорошо сохраняются в обычных условиях. Их широко используют для питания взрослых и детей, а также в других отраслях пищевой промышленности (хлебопекарная, кондитерская и др.). Сухие ЗЦМ успешно используют для выпойки молодняка сельскохозяйственных животных, что позволяет решить проблему недостатка молока на заводах в зимний период, а также снизить риск падежа телят.

Производство сухих молочных продуктов и ЗЦМ основано на удалении из молока в процессе сушки влаги (до содержания 4 - 7%). При таком содержании влаги подавляется развитие микроорганизмов.

Качество свежеработанных сухих молочных продуктов и ЗЦМ (растворимость, консистенция, цвет, вкус) зависит от состава и свойств исходного молока (молочной смеси), а также физико-химических изменений белков, жиров, углеводов, солей во время пастеризации, сгущения, гомогенизации и сушки. В процессе хранения возможны дальнейшие физико-химические изменения составных частей молока, в результате которых меняются растворимость, цвет, вкус, биологическая ценность продуктов. Стойкость сухих молочных продуктов и ЗЦМ при хранении определяется, в первую очередь, содержанием в них влаги, свободного жира, а также условиями хранения (герметичность упаковки, температура и влажность окружающего воздуха и т. д.).

При выработке сухих молочных продуктов пастеризация должна обеспечивать инактивацию липазы при возможно минимальном тепловом воздействии на белки и соли молока. Температуру пастеризации необходимо устанавливать в зависимости от метода сушки, так как в процессе сушки молоко подвергается дополнительному тепловому воздействию.

При пленочном способе сушки температура вальцов достигает 106 - 128°C, поэтому пастеризацию молока и молочной смеси ЗЦМ следует проводить при 75 - 77°C. При распылительной сушке, проводимой в более мягких условиях, рекомендуется в целях полной инактивации липазы температуру пастеризации цельного или обезжиренного молока повысить до 90 - 95 и 85 - 87°C (при выработке ЗЦМ - до 85 - 90°C). Дальнейшее повышение температуры способствует денатурации сывороточных белков и выпадению фосфата кальция, что вызывает понижение растворимости сухих молочных продуктов.

Степень сгущения цельного и обезжиренного молока и режим сгущения влияют на качество готового продукта. От степени сгущения зависит вязкость направляемого на сушку молока или молочной смеси. Ее устанавливают, исходя из состава смеси и способа сушки.

При выработке сухого цельного молока распылительным способом молоко сгущают до концентрации сухих веществ 43 - 48%. При производстве ЗЦМ степень сгущения обезжиренного молока снижают до содержания сухих веществ 40 - 43%, учитывая дальнейшее его увеличение в смеси после внесения в молоко жировых и других компонентов (животных и гидрогенизированных жиров, соевой муки, эмульгаторов, витаминного премикса, минеральных веществ, антибиотика цинкбацитроцина и др.).

Режим сгущения влияет на вязкость молока и дисперсность жира: с увеличением температуры и продолжительности сгущения повышается вязкость и уменьшается дисперсность жира. Наличие в сгущенном молоке значительного количества крупных жировых шариков (диаметром более 8 мкм) приводит к появлению в процессе последующей сушки свободного жира. Свободный жир ухудшает смачиваемость сухого порошка и снижает скорость его растворения. При хранении продукт слеживается и приобретает салитый привкус. Приготовленное из него восстановленное молоко имеет на поверхности жировые капли.

Для уменьшения количества свободного жира перед сушкой необходимо гомогенизировать сгущенное молоко.

При производстве сухих ЗЦМ гомогенизация должна также обеспечивать эмульгирование смеси после внесения в молоко жировых компонентов.

Низкая температура гомогенизации (ниже 50°C) способствует повышению вязкости смеси и не обеспечивает качественное ее эмульгирование. Высокие температура (выше 55 - 60°C) и давление (более 15 МПа) вызывают, наряду с диспергированием, укрупнение жировых шариков и необратимые физико-химические изменения белков, что приводит к снижению стабильности жировой эмульсии и растворимости готового продукта.

Оптимальные режимы гомогенизации: при производстве сухого молока - температура 55 - 60°C, давление 10 - 15 МПа, при получении ЗЦМ - температура 50 - 55°C, давление 10 - 15 МПа.

При сушке в результате физико-химических процессов изменяются первоначальные свойства молока: денатурируют сывороточные белки, выпадает фосфат кальция, выделяется из жировых шариков свободный жир. Эти изменения приводят к частичному снижению растворимости продукта. Во время сушки наблюдается также разрушение ферментов и части витаминов.

, полученных распылительным способом сушки (размер частиц, растворимость и др.), зависят от способа распыления и режимов сушки.

При распылении сгущенного молока в сушильной камере желательно получить однородные по размеру капли. Неравномерно распыленное молоко может содержать недосушенные комочки слипшихся частиц, что снижает растворимость порошка.

Способ распыления влияет на размер частиц, количество в продукте свободного жира и заключенного внутри него частиц воздуха. Данные показатели определяют скорость растворения порошка и окисления молочного жира при хранении сухих молочных продуктов.

Основные физико-химические показатели сухих молочных продуктов - содержание влаги, растворимость, относительная скорость растворения, смачиваемость, объемная масса - обуславливаются технологическими режимами производства.

Растворимость продукта, а также смачиваемость и скорость растворения зависят от размеров, формы, внутренней структуры частиц, количества свободного жира на их поверхности, содержания в порошке воздуха и т. д.

Контрольные вопросы:

1. Какие методы консервирования используют при производстве молочных консервов?
2. От каких факторов зависит устойчивость белков при сгущении молока?
3. Как влияют режимы пастеризации на вязкость сгущенного молока с сахаром?
4. Как изменяется жировая фаза при сгущении молока с сахаром?
5. Для чего необходимо быстро охлаждать сгущенное молоко с сахаром?
6. Какие процессы происходят при выработке сгущенного стерилизованного молока?
7. Каковы причины загустевания сгущенного молока с сахаром и меры его предупреждения?

ЛЕКЦИЯ 15. БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТСКИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

15.1 Состав и свойства женского молока

15.2 Методы приближения молочных смесей к женскому молоку

15.1 Состав и свойства женского молока

При разработке ассортимента и рецептур молочных продуктов для детского питания за эталон принимают женское молоко. По составу оно отличается от молока сельскохозяйственных животных (ближе всего к нему кобылье молоко). Основное сырье при производстве детских молочных продуктов - коровье молоко, поэтому необходимо знать отличие его состава от состава женского молока (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика женского и коровьего молока

Показатель	Молоко	
	женское	коровье
Массовая доля, %:		
сухих веществ	11,8 – 12,9	12,0
жира	3,3 – 5,3	3,6
белка	0,9 – 1,1	3,2
в том числе:		
казеина	0,3 – 0,4	2,6
сывороточных белков	0,5 – 0,7	0,6
углеводов	6,6 – 7,0	4,6
минеральных веществ	0,2 – 0,3	0,7
Кислотность, °Т	6,0 – 13,0	17,0
Плотность, кг/м ³	1032	1029

Белков в женском молоке в 3 - 3,5 раза меньше, чем в коровьем, углеводов почти в 1,6 раза больше, содержание жира примерно одинаково, минеральных веществ в 3 раза меньше (пониженное содержание солей и белков обуславливает низкую кислотность и буферную емкость женского молока). Имеются и качественные различия отдельных составных частей молока.

Женское молоко содержит около 1,0% белков. В коровьем молоке преобладает казеин (около 80%), в женском молоке, относящемся к альбуминовому типу, - сывороточные белки (около 65%). От соотношения белковых фракций зависит характер белкового сгустка, образующегося в желудке ребенка под действием сычужного фермента. При свертывании женского молока белки выпадают в виде мелких хлопьев. Поэтому они легче перевариваются и усваиваются, чем белки коровьего молока, которые образуют плотный, труднодоступный для воздействия желудочного сока сгусток. Образованию плотного сгустка из коровьего молока способствуют также более крупный размер казеиновых частиц (80 нм по сравнению с 42 нм в женском молоке) и повышенное содержание в нем солей кальция.

При этом имеются отличия фракционного состава казеина - в коровьем молоке преобладают α_s - и β -казеины, в женском - β -казеин. Основным сывороточным белком коровьего молока является β -лактоглобулин, женского молока - α -лактальбумин и иммуноглобулины.

Белки женского молока содержат, по сравнению с белками коровьего молока, больше незаменимых аминокислот, которые находятся в наиболее благоприятных для грудного ребенка соотношениях.

Жир женского молока более тонко диспергирован, чем жир коровьего. Размер жировых шариков женского молока колеблется от 0,5 до 5 мкм. В жире женского молока содержится меньше высокоплавких триглицеридов и больше легкоплавких, чем в жире коровьего. Все это способствует лучшему всасыванию, расщеплению и усвоению жира организмом ребенка. Различен жирнокислотный состав молочного жира. Жир женского молока содержит в 1,5 - 2 раза больше ненасыщенных кислот, чем жир коровьего. В жире женского молока гораздо больше незаменимых полиненасыщенных жирных кислот. Так, линолевой кислоты в нем в 5—10 раз больше, чем в жире коровьего молока. Он содержит очень важную для детского организма арахидоновую кислоту, которой почти нет в жире коровьего молока.

Женское молоко, в отличие от коровьего, содержит больше молочного сахара (около 6%). Но, наряду с молочным сахаром, в нем представлены более сложные олигосахариды (0,3 - 1%), стимулирующие рост бифидобактерий. Бифидобактерии играют важную роль в развитии детского организма, предотвращая размножение гнилостных и патогенных бактерий в кишечнике.

Минеральных веществ в женском молоке почти в 3 раза меньше, чем в коровьем, в том числе в нем в 3 - 4 раза меньше кальция, магния, натрия, в 6 раз меньше фосфора и т. д. Женское молоко значительно богаче коровьего микроэлементами - железом, медью, йодом и др.

Женское молоко значительно богаче коровьего витаминами А, Е, С, РР, но беднее витаминами В₁, В₂, В₆, В₁₂ и биотином.

Для женского молока характерна высокая активность гидролитических ферментов - липазы, амилазы, протеазы (грудной ребенок имеет слабую ферментную систему, ферменты молока матери помогают ему в переваривании пищи). Оно содержит также во много раз больше лизоцима и лактоферрина (содержание которых составляет 39 и 150 мг на 100 мл), которые вместе с иммуноглобулином и другими бактерицидными веществами обуславливают высокие антибактериальные свойства женского молока.

15.2 Методы приближения молочных смесей к женскому молоку

В целях приближения, или адаптации (от лат. *adaptare* - приспособлять), коровьего молока к составу женского молока в смесях необходимо снизить количество белков, изменить соотношение белковых фракций, минеральных веществ, повысить содержание полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и других компонентов.

При использовании коровьего молока для выработки продуктов детского питания необходимо, в первую очередь, изменить характер свертывания казеина, который зависит от концентрации белка, его дисперсности и содержания солей кальция. Для смягчения сычужного сгустка при выработке сухих молочных продуктов из смеси частично удаляют ионы кальция путем внесения цитратов натрия и калия, разбавляют их мукой и т. д.

Для модификации белкового и минерального состава смесей в настоящее время широко применяют молочную сыворотку. Так, при выработке продукта «Виталакт» и др. применяют сухие

гуманизированные добавки (СГД-2), которые снижают в смеси общее количество белков и обеспечивают соотношение казеина и сывороточных белков, равное 65:35 или 50:50. Перспективно также использовать для производства молочных продуктов концентраты сывороточных белков, выделенных из молочной сыворотки с помощью ультрафильтрации (КГД-УФ, СГД-УФ и др.).

Для повышения биологической ценности жира к молочным смесям добавляют растительные масла, богатые полиненасыщенными жирными кислотами. В нашей стране для этой цели используют растительные масла (25% общего количества жира) - кукурузное, подсолнечное, соевое, оливковое, кокосовое и др. Введение растительных масел способствует сбалансированности смесей по линолевой кислоте (составляющей 15% суммы жирных кислот) и позволяет увеличить содержание токоферолов (витамин Е) и фосфолипидов. Для эмульгирования молочно-жировых смесей следует проводить двухступенчатую гомогенизацию (размер жировых шариков должен быть 1 - 2 мкм).

Содержание углеводов в молочной смеси до его уровня в женском молоке доводят, внося лактозу, сахарозу, глюкозу и др. Вместе с тем, углеводы молочных смесей должны обладать оптимальными свойствами для активного развития бифидофлоры в кишечнике детей. В качестве стимуляторов развития бифидобактерии в нашей стране широко используют углеводные препараты - солодовые экстракты, лакто-лактозу (содержащую 50% лактозы и 50% лактулозы), β-лактозу.

Витаминный состав молочных смесей приближают к необходимому, вводя в них масляные эмульсии витаминов А, D и Е, а также препараты витаминов группы В (В₁, РР, В₃, В₆ и др.) и аскорбиновую кислоту, вносимых перед сушкой молочной основы. При тепловой обработке молочной основы (пастеризация, сгущение, сушка) количество некоторых витаминов в ней значительно снижается, что необходимо учитывать при производстве молочных продуктов детского питания.

Известно, что коровье молоко имеет, по сравнению с женским молоком, значительно меньше защитных факторов. Поэтому в последние годы при производстве некоторых кисломолочных продуктов («Биолакт» и др.) стали вносить в молочную смесь фермент лизоцим, выделенный из куриных яиц и обладающий антимикробным действием, а также бифидобактерии. Для этой цели выпускают специальные биологически активные добавки (БАД) разных видов.

Контрольные вопросы:

1. В чем состоят основные различия состава и свойств белков женского и коровьего молока?
2. Чем отличаются жир и углеводы женского молока от таковых коровьего?
3. Назовите защитные вещества женского молока.
4. Каким образом приближают белковый состав коровьего молока к составу женского?
5. Какие стимуляторы развития бифидобактерий вносят при создании заменителей женского молока?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ПРАВИЛА ОТБОРА ПРОБ ЗАГОТОВЛЯЕМОГО МОЛОКА И ПОДГОТОВКА ИХ К АНАЛИЗУ

Для изучения состава молока, доставляемого на предприятия молочной промышленности, после внешнего осмотра тары осуществляют отбор средних проб в соответствии с ГОСТ 13928. Перед отбором проб молоко должно быть тщательно перемешано во избежание нарушения его однородности. Молоко, поступающее во флягах и цистернах, перемешивают вручную металлической мутовкой (возможен и механизированный способ перемешивания молока, доставленного в автомобильных и железнодорожных цистернах). Если молоко подморожено, то пробы отбирают только после его полного оттаивания.

Из фляг пробы молока отбирают металлической трубкой диаметром 9 мм и длиной около 1 м. Трубку медленно погружают в молоко, касаясь дна фляги. Скорость погружения должна быть такой, чтобы трубка успела наполниться молоком пропорционально его количеству во фляге. Верхнее отверстие трубки плотно зажимают большим пальцем и молоко переносят в приготовленную посуду (рис. 1). Из цистерны пробы молока отбирают кружкой вместимостью 0,5 дм³. При доставке молока от одного поставщика в нескольких флягах (цистернах) пробы берут из каждой фляги (секции цистерны), сливают их в одну емкость и после перемешивания отбирают среднюю пробу в количестве 500 см³.

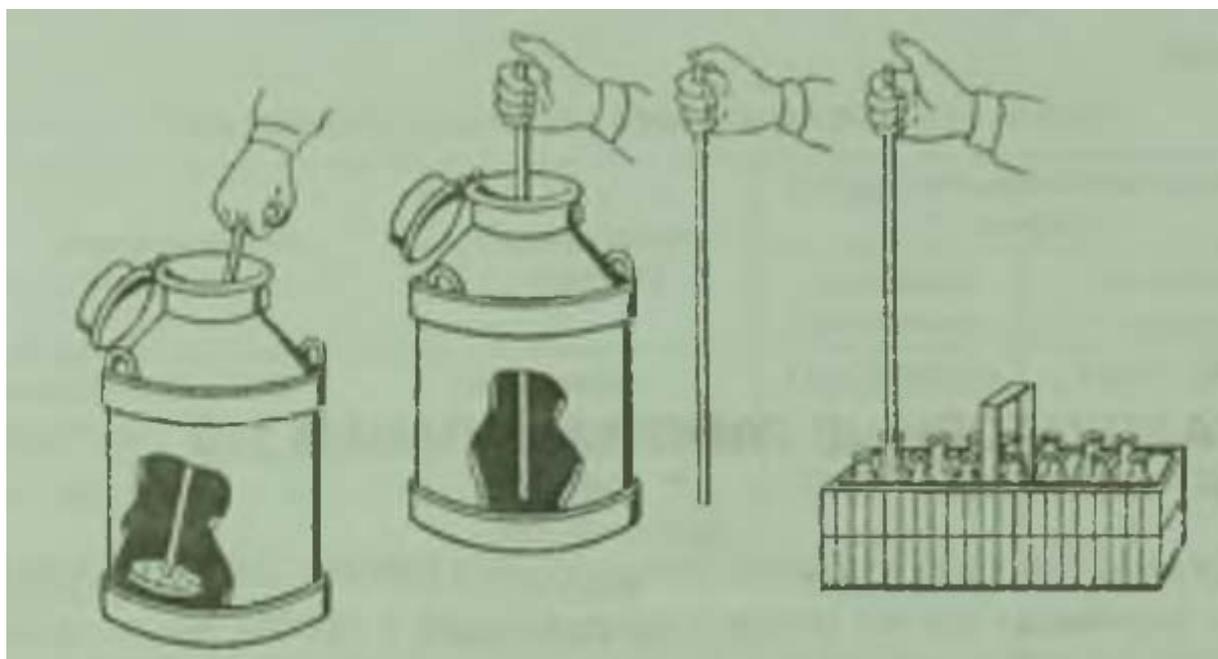


Рисунок 1 Последовательность отбора проб молока из фляг на малых предприятиях

Поступившие на исследование средние пробы молока тщательно перемешивают, многократно (4-5 раз) переливая молоко из одной емкости в другую. При образовании значительного слоя сливок или наличии видимых комочков жира пробы быстро нагревают на водяной бане до температуры 30-40 °С, тщательно перемешивают и охлаждают до (20 ± 2) °С.

Отбор проб кисломолочных продуктов и мороженого и подготовка их к анализу.

Средние пробы отдельных продуктов отбирают в соответствии с действующим ГОСТ. Для определения физико-химических показателей из средней пробы выделяют средний образец, который нагревают до температуры (20 ± 2) °С и тщательно перемешивают.

Кисломолочные напитки взбалтывают, многократно перевертывая бутылку, простоквашу и сметану перемешивают шпателем или ложкой. Творог растирают до однородной консистенции в ступке. Мороженое расплавляют при комнатной температуре до сметанообразной консистенции.

При наличии в продукте отстоявшегося слоя жира или густой консистенции (сметана) пробу нагревают на водяной бане до 30-40 °С, перемешивают и охлаждают до температуры (20 ± 2) °С. Брикет замороженного творога целиком помещают в банку, оставляют при комнатной температуре до полного оттаивания, затем из разных мест брикета отбирают среднюю пробу, которую растирают в ступке.

Кроме того, кефир перед анализом выливают в химический стакан, ставят на водяную баню с температурой (30—35) °С, выдерживают в течение 10 мин при осторожном перемешивании для удаления углекислого газа, затем охлаждают до температуры (20±2) °С.

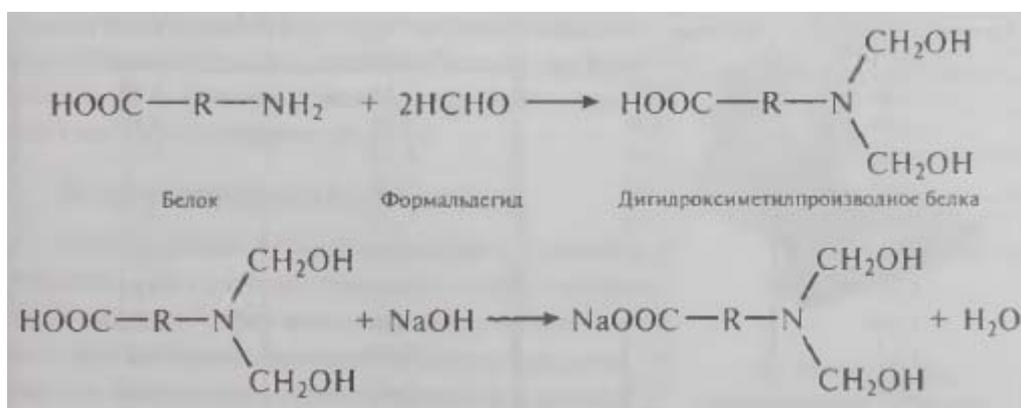
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ В МОЛОКЕ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКОВ

Обычно в молоке контролируют массовую долю белков (общий белок), представляющих собой сумму казеина и сывороточных белков. Реже определяют в молоке содержание казеина.

Для контроля массовой доли белков в молоке имеется несколько методов. Арбитражным считается довольно сложный химический метод Кьельдаля (ГОСТ 23327). На молочных заводах, как правило, используют метод формольного титрования и рефрактометрический метод, в научных исследованиях - колориметрический метод. Все шире стали применять инструментальные физические методы контроля содержания белков в молоке.

Метод формольного титрования 1. Метод можно применять только для анализа свежего сырого молока кислотностью не выше 22 °Т, нельзя контролировать данным методом консервированные пробы.

Принцип метода. Метод заключается в блокировке NH₂-групп белков молока внесенным формалином с образованием метилпроизводных белков, карбоксильные группы которых могут быть нейтрализованы щелочью.



Количество щелочи, пошедшее на титрование кислых карбоксильных групп, пересчитывают на массовую долю белков.

Приборы. Коническая колба вместимостью 100 см³; пипетка вместимостью 20 см³; бюретка вместимостью 25 см³; прибор для автоматического отмеривания формалина вместимостью 1 см³.

Материал для исследования и реактивы. Молоко сырое кислотностью менее 22 °Т; 0,1 N раствор гидроксида натрия; 1 %-ный спиртовой раствор фенолфталеина; 40 %-ный раствор нейтрализованного формалина; эталон окраски молока.

Последовательность определения. В колбу вместимостью 100 см³ отмеривают 20 см³ молока, 0,25 см³ (10—12 капель) 1 %-ного раствора фенолфталеина и титруют 0,1 N раствором гидроксида натрия до появления розовой окраски, соответствующей цвету эталона. Затем вносят прибором для автоматического отмеривания 4 см³ (4 объема) нейтрализованного 40 %-ного формалина и вновь титруют 0,1 N раствором гидроксида натрия до окраски эталона. Количество щелочи, пошедшее на второе титрование (при первом титровании она расходуется на нейтрализацию веществ, обуславливающих кислотность молока), умножают на коэффициент 0,959 и получают массовую долю белков в молоке в процентах.

Для перевода количества раствора гидроксида натрия в проценты белка можно пользоваться табл. 1, приведенной в Инструкции по теххимическому контролю на предприятиях молочной промышленности.

Таблица 1.

Зависимость массовой доли белков от объема раствора щелочи, затраченного на титрование проб молока в присутствии формалина			
Расход 0,1 N раствора NaOH, см ³	Массовая доля белков в молоке, %	Расход 0,1 N раствора NaOH, см ³	Массовая доля белков в молоке, %
2,45	2,35	3,15	3,03
2,50	2,40	3,20	3,07
2,55	2,44	3,25	3,12
2,60	2,49	3,30	3,16
2,65	2,54	3,35	3,21
2,70	2,59	3,40	3,25
2,75	2,64	3,45	3,31
2,80	2,69	3,50	3,35
2,85	2,73	3,55	3,40
2,90	2,78	3,60	3,45
2,95	2,83	3,65	3,50
3,00	2,88	3,70	3,55
3,05	2,93	3,75	3,60
3,10	2,98	3,80	3,65

В том случае, когда требуется определить в молоке массовую долю казеина, пользуются измененной методикой. Так, для контроля берут не 20, а 10 см³ молока, добавляют 10-12 капель фенолфталеина и титруют 0,1 N раствором гидроксида натрия до слабо-розовой окраски, но без применения эталона окраски. Затем вносят 2 см³ формалина и титруют раствором щелочи до слабо-розовой окраски, аналогичной окраске пробы после первого титрования. Содержание казеина устанавливают, умножая количество щелочи, пошедшее на титрование пробы после добавления формалина, на коэффициент 1,51 (при подсчете общего количества белков в этом случае используют коэффициент 1,94).

Ошибки анализа и их предупреждение. Неточные результаты анализа могут быть получены по следующим причинам.

1. Анализу подвергают кислую пробу молока. Точные результаты будут только при анализе свежего (кислотностью не выше 22 °Т) молока.
2. Титрование пробы молока раствором щелочи до добавления формалина и после него ведут до розовой окраски разной интенсивности. Необходимо точно определять конец титрования путем сопоставления окраски раствора с окраской эталона.
3. Используют формалин без предварительной нейтрализации или с низкой концентрацией формальдегида.
4. Для титрования применяют раствор гидроксида натрия нестандартной концентрации.

Более точно можно определить массовую долю белка данным способом, используя потенциометрический анализатор, позволяющий вести титрование до pH 9.

Рефрактометрический метод. Метод основан на установлении разности показателей преломления луча света после прохождения через молоко и полученной из него безбелковой сыворотки (для осаждения белков используют раствор хлорида кальция и нагревание пробы).

Массовую долю белков в молоке данным I методом определяют на рефрактометрах АМ-2 и ИРФ-464, используя формулу:

$$B = (B_m - B_c)$$

На приборах можно также определить массовую долю СОМО, измеряя разность между показателями преломления молока и дистиллированной воды.

Колориметрический метод. Метод стандартизован (ГОСТ 25179), на его основе созданы отечественные и импортные белкомеры молока. Колориметрический метод основан на

способности белков молока связывать кислые красители (например, «Амидо-черный 1 ОБ») с

образованием нерастворимых комплексов. Количество связанного красителя пропорционально массовой доле белков в молоке. Концентрацию не связанного белком красителя определяют фотометрически, контролируя оптическую плотность фильтрата после удаления нерастворимых комплексов.

Методика определения массовой доли белков в молоке сводится к следующему. В пробирку отмеривают 1 см³ молока, приливают 20 см³ рабочего раствора сине-черного красителя (готовится путем смешивания водного раствора красителя и кислого буферного раствора с добавлением поверхностно-активного вещества) и смесь интенсивно перемешивают.

Выпавший осадок центрифугируют. Полученный фильтрат разводят в 50 раз и колориметрируют на фотоколориметре или спектрофотометре, при длине волны 590 нм в кювете с рабочей длиной 10 мм. Массовую долю белков в молоке в процентах вычисляют по разработанной формуле.

Метод Кьельдаля. Лабораторный метод Кьельдаля (ГОСТ 23327) наряду с другими химическими методами (колориметрический, формольное титрование) в настоящее время стали более широко применять для контроля содержания белка (раньше его использовали в спорных случаях, так как он довольно сложен и трудоемок, хотя дает очень точные результаты).

Метод основан на сжигании (озолении) органических компонентов пробы молока в колбе Кьельдаля в присутствии серной кислоты; освобождающийся при этом азот в виде аммиака определяют титрованием и по его количеству вычисляют содержание белка.

В настоящее время ускорен процесс минерализации проб молока (использованы сильные катализаторы - сульфаты калия и меди, повышающие температуру кипения серной кислоты до 370 °С, ускорен процесс нагрева кислоты присутствием пероксида водорода или перманганата калия), введены автоматические дистилляторы и титраторы, а также созданы автоматические

анализаторы, например «Кьельтек»

Автоматические методы определения массовой доли белка. Полуавтоматические и автоматические приборы, созданные на основе методов рефрактометрического, фотоколориметрического, Кьельдаля, а также ультразвуковых, инфракрасной спектроскопии, позволяют значительно сократить продолжительность анализа и повысить производительность труда лаборантов.

Полуавтоматические и автоматические приборы - отечественный белкомер «Углич»,

датские белкомеры «Про-Милк МК2», «Про-Милк-Автоматик» — разработаны на основе

колориметрического метода. На рис. 2 показан датский прибор «Про-Милк МК2».

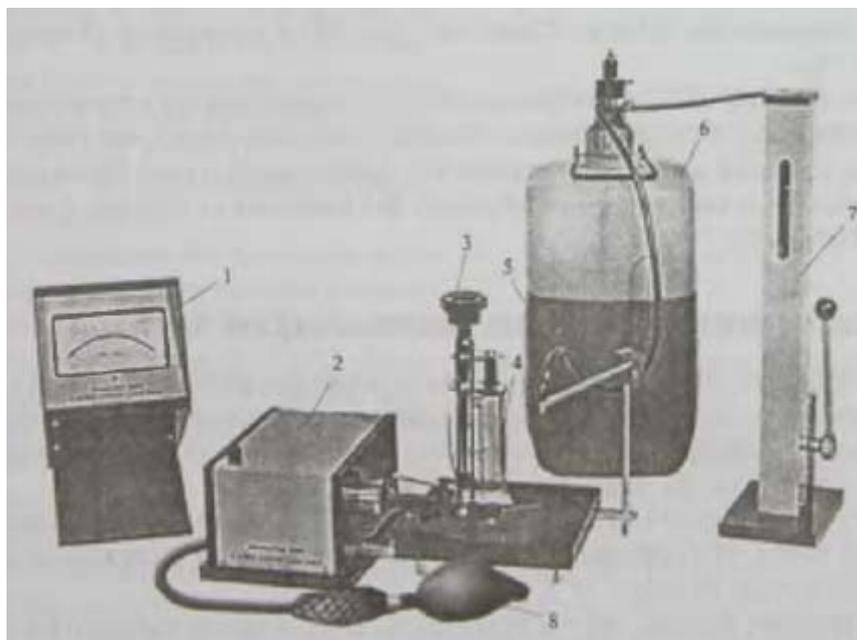


Рисунок 2. Прибор «Про-Милк МК2»

1-измерительный прибор; 2-фотоколориметрическая ячейка; 3-держатель; 4-смесительная трубка; 5-распределительная трубка; 6-емкость для красителя; 7-дозатор красителя; 8-резиновая груша

Прибор состоит из дозатора и емкости для красителя, распределительной трубки, держателя со смесительной трубкой, фотоколориметрической ячейки и измерительного прибора. Массовую долю белков в молоке измеряют следующим образом. С помощью шприца отбирают пробу молока (1 см^3) и выдавливают в смесительную трубку, в которую поступает краситель (20 см^3). Смесь перемешивают и фильтруют под давлением подаваемого в смесительную трубку воздуха. Далее фильтрат поступает в кювету фотоколориметрической ячейки. Световой поток, прошедший через кювету с фильтратом, преобразуется в ток и фиксируется индикаторным компактен, надежен в работе, легко обслуживается, на измерение одной пробы расходуется не более 1 мин (производительность прибора составляет до 600 образцов молока в час).

Кроме сложных и громоздких фотоколориметрических приборов для контроля массовой доли белков в молоке используют ультразвуковой анализатор «Лактан», многокомпонентные инфракрасные анализаторы «Милко-Скан» и анализатор «Кьельтек».

Анализатор «Кьельтек» фирмы «ФОСС» разработан для автоматизации классического метода Кьельдаля. Определение содержания массовой доли белка в молоке и молочных продуктах можно вести с озолением пробы и отгонкой, а также прямой отгонкой без озоления (в течение 5 мин на один образец).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ В МОЛОКЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ЖИРА

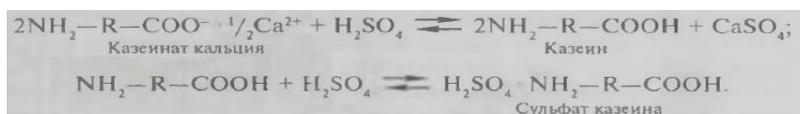
Массовую долю жира в молоке определяют после разрушения защитных оболочек жировых шариков (кислотный метод Гербера и гравиметрический метод Розе-Готлиба по ГОСТ 22760) или без него (методы с использованием полуавтоматических и автоматических приборов).

Кислотный метод Гербера 1.

Кислотный метод считается стандартным методом (ГОСТ 5867) и до сих пор имеет широкое распространение в нашей стране и ряде других стран благодаря точности, относительной простоте и доступности.

Принцип метода.

Метод основан на освобождении и выделении жира из жировых шариков пробы молока под действием концентрированной серной кислоты и изоамилового спирта с последующим его центрифугированием. Внесенная в жиरोмер серная кислота не только разрушает белковые оболочки жировых шариков, но и действует на основной белок молока - казеинат кальция. Последний вначале теряет кальций с образованием нерастворимого казеина и сульфата кальция, затем выпавшие хлопья казеина растворяются в избытке кислоты:



Изоамиловый спирт, а также образующийся в присутствии кислоты его серный эфир понижают поверхностное натяжение на границе раздела жира и плазмы молока и способствуют выделению жира:



Подогревание и последующее центрифугирование содержимого жиροмера приводят к полному выделению и соединению жира в сплошной слой, количество которого измеряют по шкале жиροмера.

Приборы. Жиροмер для молока с пределами измерения от 0 до 6 % или от 0 до 7 % сценой деления 0,1 % (ГОСТ 23094); пробки резиновые для жиροмеров; пипетки вместимостью 10,77 см³ (ГОСТ 20292); приборы для автоматического отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта

вместимостью соответственно 10 и 1 см³; штатив для жирометров; центрифуга; водяная баня; термометр; песочные часы на 5 мин.

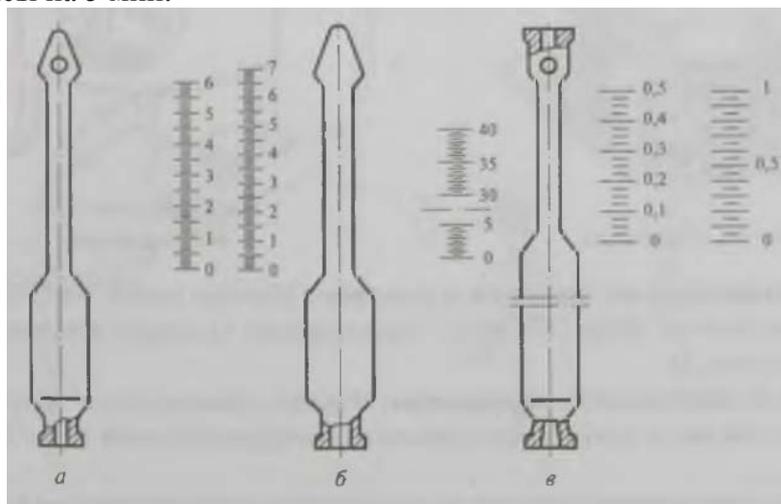


Рисунок 3. Жиромеры

а) для молока; б) для сливок; в) для обезжиренного молока, сливок и пахты

Материал для исследования и реактивы.

Молоко сырое, кислота серная плотностью 1810—1820 кг/м³, спирт изоамиловый.

Последовательность определения. Жиромеры проверяют (поверяют) путем сравнения показаний содержания жира в одной и той же пробе молока проверяемых жирометров с контрольным, снабженным свидетельством.

Жиромеры считают правильными, если отклонения от показаний контрольного не превышают 0,5 %. Чистые проверенные жиромеры ставят в штатив, в один из них вливают с помощью автомата 10 см³ серной кислоты, стараясь не смочить горлышко жиромера. Затем мерной пипеткой отмеривают 10,77 см³ исследуемого молока и, приложив кончик пипетки к внутренней стенке горлышка жиромера под углом, дают молоку медленно стечь по стенке жиромера так, чтобы оно не смешивалось с серной кислотой (после опорожнения пипетки выжидают еще 5 с).

Оставшуюся в кончике пипетки часть молока выдувать не следует, так как объем пипетки рассчитан на свободное вытекание жидкости. После этого в жиромер вливают с помощью автомата 1 см³ изоамилового спирта, не допуская смачивания горлышка жиромера. Указанного на рис. 66 порядка заполнения жирометров следует строго придерживаться.

После внесения изоамилового спирта жиромер закрывают специальной резиновой пробкой и встряхивают до полного растворения белков, переворачивая его 4-5 раз. При смешивании молока с серной кислотой жиромер сильно нагревается, поэтому, во избежание ожога рук, рекомендуется завернуть жиромер в полотенце. В заводских лабораториях для встряхивания жирометров применяют штативы с металлической крышкой. Жиромер ставят (пробкой вниз) в водяную баню с температурой 65 ± 2 °С и выдерживают 5 мин. Затем его вынимают, вытирают полотенцем и вставляют в патрон центрифуги узкой частью к центру. Один жиромер или нечетное их число вставлять в центрифугу нельзя, обычно в нее ставят не менее двух жирометров, располагая их симметрично один против другого. Если число жирометров нечетное, то в центрифугу для уравнивания помещают жиромер с водой. Центрифугу закрывают крышкой, и жиромеры центрифугуют в течение 5 мин с частотой 1000—1200 об/мин. После центрифугирования жиромер вынимают из патрона и, держа пробкой вниз, ставят в водяную баню с температурой (65 ± 2) °С на 5 мин (предварительно движением резиновой пробки столбик жира переводят в участок жиромера со шкалой). Уровень воды в бане должен быть несколько выше слоя жира в жиромере. Жиромер вынимают из водяной бани, вытирают его и быстро отсчитывают объем жира. Для этого, держа жиромер вертикально на уровне глаз, движением пробки вверх и вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на любом целом делении и отсчитывают число делений до нижней точки вогнутого мениска столбика жидкости. Если столбик жира не отделяется резко от остальной жидкости, жиромер необходимо встряхнуть, поставить в водяную баню на 5 мин, провести центрифугирование, снова его поставить в водяную баню и затем выполнить отсчет жира.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ В МОЛОКЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ЛАКТОЗЫ

Массовую долю лактозы в молоке (а также сахарозы, внесенной в некоторые молочные продукты) определяют физическими (рефрактометрический, спектрофотометрический, поляриметрический) и химическими (йодометрический, метод Бертрана и др.) методами.

Рефрактометрический метод доступен, относительно прост и достаточно точен. Им определяют массовую долю лактозы в свежем молоке кислотностью не выше 20 °Т.

Принцип метода. Метод основан на способности сыворотки (полученной из молока осаждением белков) преломлять проходящий через нее свет в зависимости от концентрации лактозы. Показатель преломления молочной сыворотки устанавливают по углу отклонения светового луча слоем сыворотки, заключенной между призмами рефрактометра.

Приборы. Толстостенная пробирка с пробкой; пипетка вместимостью 5 см³; водяная баня; термометр; стеклянная трубка; вата; рефрактометр типа РЛ-2.

Материал для исследования и реактив. Молоко свежее; 4 %-ный раствор хлорида кальция.

Последовательность определения. В толстостенную пробирку отмеривают 5 см³ исследуемого молока и добавляют 5 капель 4 %-ного раствора хлорида кальция. Пробирку плотно закрывают корковой или резиновой пробкой и для полного осаждения белков ставят ее в кипящую водяную баню. Через 10 мин пробирку вынимают из бани и охлаждают до 18-20 °С, опуская в холодную воду. Затем берут стеклянную трубку или пипетку с ватным тампоном в нижней части и набирают сыворотку (жидкость слегка мутноватая), фильтруя ее через вату. Содержание лактозы в сыворотке определяют при помощи рефрактометра. В течение 10-15 мин через призмы рефрактометра пропускают воду с температурой 17,5 °С. Далее откидывают верхнюю призму, на поверхность нижней призмы быстро наносят несколько капель молочной сыворотки и верхнюю призму опускают. Наблюдая в окуляр, движением специальной рукоятки вверх и вниз совмещают границу между темной и светлой частями поля зрения с пунктирной линией (указателем). Если граница между темным и светлым полем неотчетливая (радужная), вращением винта компенсатора достигают резкости (монохроматичности). Показатель преломления молочной сыворотки отсчитывают полевой шкале (деление шкалы должно совпадать с пунктирной линией, совмещенной с границей темного и светлого полей) с точностью до 0,0001. Массовую долю лактозы в молоке находят, пользуясь табл. 2.

Таблица 2.

Показатель преломления при 17,5 °С	Массовая доля лактозы, %	Показатель преломления при 17,5 °С	Массовая доля лактозы, %
1,3390	3,01	1,3411	4,03
1,3391	3,06	1,3412	4,08
1,3392	3,11	1,3413	4,13
1,3393	3,16	1,3414	4,18
1,3394	3,21	1,3415	4,23
1,3395	3,26	1,3416	4,28
1,3396	3,31	1,3417	4,33
1,3397	3,36	1,3418	4,38
1,3398	3,42	1,3419	4,44
1,3399	3,47	1,3420	4,49
1,3400	3,52	1,3421	4,54
1,3401	3,57	1,3422	4,59
1,3402	3,62	1,3423	4,64
1,3403	3,67	1,3424	4,69
1,3404	3,70	1,3425	4,74
1,3405	3,72	1,3426	4,79
1,3406	3,77	1,3427	4,84
1,3407	3,82	1,3428	4,89
1,3408	3,87	1,3429	4,96
1,3409	3,93	1,3430	5,00
1,3410	3,98	1,3431	5,05

Ошибки анализа и их предупреждение. Недостаточно точные результаты анализа могут быть вызваны следующими причинами.

1. Неточные показания рефрактометра. Его следует проверить по дистиллированной воде.

2. Для исследования берут пробу молока кислотностью выше 20 °Т. При данном методе анализа повышение кислотности молока способствует завышению результатов. *Необходимо исследовать только свежее молоко.*

3. Не полностью осаждены белки при получении сыворотки. *Следует повторно их осадить на водяной бане.*

4. Не выполняется правило отчета показателя преломления молочной сыворотки при температуре 17,5 °С и четком установлении границы между темным и светлым полями. *Тщательно контролировать температуру воды, пропускаемой через призмы рефрактометра, и добиваться четкой границы.*

5. Завышение результатов вследствие испарения влаги. *Показания рефрактометра рекомендуется снимать быстро.*

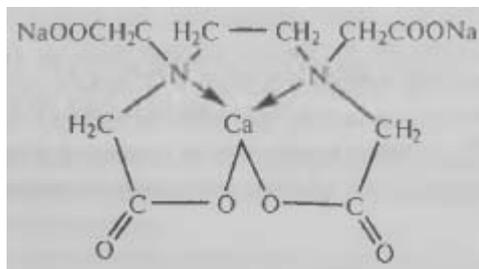
Наиболее точным (арбитражным) считается йодометрический метод контроля содержания лактозы и других сахаров в молоке и молочных продуктах. Мы с ним познакомимся в разделе анализа молочных консервов. Наряду с ним при определении сахаров в молочных продуктах широко применяют поляриметрический метод.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ В МОЛОКЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КАЛЬЦИЯ

Концентрацию металлов (кальция) в растворах можно установить химическими и физическими методами. Наиболее быстрым и простым является комплексонометрический, или трилонометрический, метод (по А. Я. Дуденкову).

Данным методом можно контролировать не только массовую долю общего кальция в молоке, но и содержание в нем условно растворимого кальция, который остается в сыворотке после осаждения белков молока трихлоруксусной кислотой или сычужным ферментом.

Принцип метода. Определение массовой доли кальция основано на образовании устойчивого комплекса трилона Б (динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты) с двухвалентным кальцием.



Комплексное соединение трилона Б настолько прочно связывает катионы кальция, что при его добавлении к молоку растворяются плохо растворимые соединения кальция с фосфором и белками. Если в молоко внести индикатор, образующий с ионами кальция окрашенные соединения, то при добавлении трилона Б в точке эквивалентности окраска индикатора изменится. В качестве металлоиндикатора в методе А. Я. Дуденкова применяют мурексид, который в щелочной среде при отсутствии ионов кальция окрашивается в сине-фиолетовый цвет, а при их наличии - в розовый. В методике используется способ обратного титрования: в молоко вносят избыток трилона Б, связываемый затем раствором хлорида кальция.

Приборы. Коническая колба вместимостью 250-300 см³; пипетки вместимостью 5 см³; мерный цилиндр на 100 см³; бюретки на 20 см³.

Материал для исследования и реактивы. Молоко; 2 N (или 8 %-ный) раствор гидроксида натрия (NaOH); 0,1 N раствор трилона Б; смесь индикатора мурексида с хлоридом натрия (соотношение 1 : 50); 0,1 N раствор хлорида кальция; вода дистиллированная. Последовательность определения. В коническую колбу вместимостью 250-300 см³ отмеривают 5 см³ молока, приливают 90-95 см³ дистиллированной воды, 5 см³ 2 N раствора гидроксида натрия, 4 см³ 0,1 N раствора трилона Б, перемешивают и оставляют на 2 мин. Вносят на кончике шпателя 0,04-0,05 г мурексида, раствор тщательно перемешивают (он окрашивается в сиреневый цвет) и титруют 0,1 N раствором хлорида кальция до устойчивого розового окрашивания. Далее вновь добавляют по

каплям 0,1 N раствор трилона Б до появления сиреневой окраски (заметного синеватого оттенка). Массовую долю кальция x (мг%) рассчитывают по формуле

$$x = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 2 \cdot 0,97 \cdot 100}{V}$$

где V_1 — общий объем 0,1 N раствора трилона Б, добавленного к молоку (4 см³ плюс количество, израсходованное на второе титрование), см³; V_2 — объем 0,1 N раствора хлорида кальция (CaCl₂), израсходованного на обратное титрование трилона Б, см³; V — объем исследуемого молока, см³; 2 — количество кальция, соответствующее 1 см³ 0,1 N раствора трилона Б, мг; 0,97 — поправка на объем белков и жира.

При исследовании 5 см³ молока формула приобретает следующий вид:

$$x = (V_1 - V_2) \cdot 38,83.$$

Следовательно, для подсчета массовой доли кальция в молоке необходимо объем трилона Б, связавшегося с кальцием, умножить на 38,83 или воспользоваться данными табл. 3.

При титровании в присутствии мурексида наблюдается недостаточно четкий переход окраски индикатора. Для достижения более резкого перехода окраски рекомендуют смешивать мурексид с другим индикатором или применять более чувствительный индикатор флуорексон, образующий с кальцием соединение, флуоресцирующее зеленым светом, а при его отсутствии имеющий красную или желтую окраску.

Таблица 3

Расход 0,1 N раствора трилона Б, см ³	Массовая доля кальция, мг%	Расход 0,1 N раствора трилона Б, см ³	Массовая доля кальция, мг%
2,90	113	3,30	128
2,95	115	3,35	130
3,00	116	3,40	132
3,05	118	3,45	134
3,10	120	3,50	136
3,15	122	3,55	138
3,20	124	3,60	140
3,25	126	3,65	142

Из других методов следует отметить химический метод (принятый Международной молочной федерацией в качестве стандартного) - осаждение кальция оксалатом аммония — и физический метод пламенной фотометрии - измерение яркости излучения кальция в пламени фотометра. Оба метода весьма трудоемки: первый предусматривает анализ получаемой из молока сыворотки, второй — предварительное озоление пробы молока. Содержание ионов кальция в молоке можно определить ионометрическим методом с использованием кальцийселективного электрода.

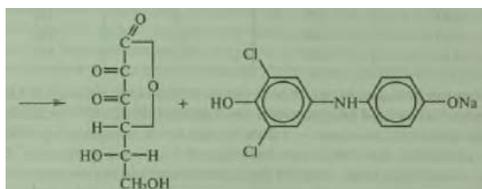
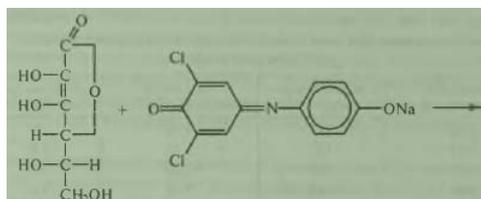
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ В МОЛОКЕ МАССОВОЙ ДОЛИ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Витамин С в молоке содержится главным образом в виде аскорбиновой кислоты, и лишь его небольшая часть — в виде дегидроаскорбиновой кислоты.

Аскорбиновая кислота способна легко окисляться, восстанавливая многие соединения, в том числе специальные окислительно-восстановительные индикаторы, меняющие при этом свою окраску, — метиленовый I голубой, 2,6-дихлорфенолиндофенол и др. На данном свойстве витамина С и основаны методы количественного определения аскорбиновой кислоты в пищевых продуктах (молоке).

Для определения дегидроаскорбиновой кислоты необходимо предварительно ее восстановить в аскорбиновую кислоту с помощью сероводорода, глутатиона и др.

Принцип метода. В основе метода лежит способность аскорбиновой кислоты обесцвечивать окрашенный раствор индикатора 2,6-дихлорфенол-индофенола (его натриевой соли) восстановлением его в кислой среде:



В результате реакции аскорбиновая кислота переходит в дегидро-аскорбиновую, а окрашенный в синий цвет индикатор (краска) восстанавливается до бесцветной формы. В эквивалентной точке избыток краски в кислой среде дает розовое окрашивание. По количеству индикатора 2,6-дихлорфенолиндофенола, израсходованного на окисление аскорбиновой кислоты, рассчитывают содержание последней в молоке.

Обычно титрование аскорбиновой кислоты индикатором ведут в прозрачном растворе (фильтрате), поэтому для анализа молока необходимо удалить из него белки. В рассматриваемом ниже ускоренном методе вместо осаждения белков предусматривается разбавление молока водой.

Приборы. Колбы конической формы вместимостью 50 см³; пипетки вместимостью 1,5 и 10 см³; микробюретка (или градуированная пипетка вместимостью 1 или 2 см³).

Материал для исследования и реактивы. Молоко; 2 %-ный раствор соляной кислоты; 0,001 N раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола; вода дистиллированная.

Последовательность определения. В коническую колбу вместимостью 50 см³ отмеривают пипеткой 5 см³ молока, приливают 10 см³ дистиллированной воды и перемешивают смесь. В другую колбу вносят 5 см³ разведенного в три раза молока, 1 см³ 2 %-ного раствора соляной кислоты и ONa Окисленная форма индикатора (синего цвета) 10 см³ дистиллированной воды. Содержимое колбы тщательно перемешивают и титруют из микробюретки 0,001 N раствором 2,6-дихлорфено-линдофенола, прибавляя его по каплям до слабо-розового окрашивания, сохраняющегося в течение 30-60 с.

Массовую долю аскорбиновой кислоты в молоке (мг%) вычисляют по формуле

$$x = \frac{V_1 \cdot K \cdot 3 \cdot 0,088 \cdot 0,97 \cdot 100}{V},$$

где K , — объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола, пошедшего на титрование, см³; K — поправочный коэффициент к титру краски; 3 — разведение молока; 0,088 — количество аскорбиновой кислоты, соответствующее 1 см³ 0,001 N раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола, мг; V — объем исследуемого раствора (разведенного молока), взятого для титрования, см³.

При исследовании 5 см³ разведенного в три раза молока формула примет следующий вид:

$$x = V_1 K \cdot 5,12^1.$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ В МОЛОКЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА. РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ МОЛОКА.

Содержание сухого вещества, а также влаги и сухого обезжиренного остатка (СОМО) в молоке определяют методом высушивания и расчетным путем (по формулам). Содержание СОМО дополнительно можно установить рефрактометрическим методом - на рефрактометре ИРФ-464, а

также с помощью «Лактана 1-4», «Клевера-1М», «Милко-Скана», «Лактоскана».

Содержание сухого вещества в молоке определяют методом высушивания в соответствии с требованиями ГОСТ 3626.

Принцип метода. Метод заключается в высушивании навески молока в сушильном шкафу при температуре $(102 \pm 2)^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Приборы. Шкаф сушильный; эксикатор; бюксы стеклянные; палочки стеклянные; пипетка вместимостью 10 см³; баня водяная.

Материал для исследования и реактивы. Молоко; песок (просеянный через сито, промытый соляной кислотой и водой, высушенный и прокаленный); вода дистиллированная.

Последовательность определения. Стеклянную бюксу с 20-30 г песка и стеклянной палочкой, не выступающей за края бюксы, помещают в сушильный шкаф. Коэффициент будет равен 5,28, если не переводить см³ молока в г. в сушильный шкаф и выдерживают при $(102 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 30-40 мин. После этого бюксу вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе 40 мин и взвешивают. В эту же бюксу пипеткой вносят 10 см³ молока, закрывают крышкой и взвешивают. Молоко с песком тщательно перемешивают стеклянной палочкой и открытую бюксу нагревают на водяной бане при частом перемешивании содержимого до получения рассыпающейся массы. Затем открытую бюксу и крышку помешают в сушильный шкаф с температурой $(102 \pm 2)^\circ\text{C}$. По истечении 2 ч бюксу вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе 40 мин и взвешивают. Последующие взвешивания выполняют после высушивания в течение 1 ч до тех пор, пока разность между двумя последовательными взвешиваниями будет равна или менее 0,001 г.

Массовые доли (%) сухого вещества C и влаги B вычисляют по формулам:

$$C = \frac{(m_1 - m_0) \cdot 100}{m - m_0}; \quad B = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m - m_0},$$

где m_1 — масса бюксы с песком, стеклянной палочкой и навеской молока после высушивания, г; m_0 — масса бюксы с песком и стеклянной палочкой, г; m — масса бюксы с песком, стеклянной палочкой и навеской молока до высушивания, г.

Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 0,1 %.

Массовую долю влаги можно также вычислить по формуле:

$$B = 100 - C.$$

Основной недостаток метода — длительность проведения анализа. Для ее сокращения можно уменьшить объем пробы молока до 3 см³, нанести его на кружки марли, уложенные на дно бюксы, и высушивать при более высокой температуре (105°C). Тогда первое высушивание сокращается с 2 ч до 60 мин, а второе — с 1 ч до 20-30 мин. Продолжительность сушки молока и молочных продуктов уменьшается до нескольких минут при использовании инфракрасного излучения, а также метода контактной сушки (ИК-, СВЧ-влагомеры; ЭВЛАС-1, прибор Чижовой, аппарат сушильный АПС-1 и др.).

Аналитический метод определения массовой доли сухого и сухого обезжиренного остатка молока в практике часто заменяют более простым расчетным методом.

Формулы для расчетов составлены, исходя из зависимости содержания сухого вещества молока от плотности и массовой доли жира. Для вычисления массовой доли сухого вещества молока используют следующую общую формулу:

$$C = \frac{4,9Ж + D}{4} + 0,5,$$

где $Ж$ — массовая доля жира, %; D — плотность молока при 20°C , градусы ареометра.

Массовую долю сухого обезжиренного остатка (СОМО) вычисляют по формулам:

$$\text{СОМО} = C - Ж; \quad \text{СОМО} = \frac{D + 2}{4} + 0,225Ж.$$

Для расчета энергетической ценности молока необходимо знать его химический состав и энергетическую ценность отдельных пищевых веществ. Основными поставщиками энергии в молоке являются жиры, белки и лактоза.

Уточненные данные энергетической ценности (в ккал/г) некоторых пищевых веществ приведены ниже:

Жиры.....	9,0
Белки.....	4,0
Моно- и дисахариды.....	3,8
Органические кислоты:	
молочная..... ;	3,6
лимонная.....	2,5
Спирт.....	7,0

Таким образом, для расчета энергетической ценности молока надо массовые доли основных пищевых веществ¹ умножить на соответствующие энергетические коэффициенты и полученные результаты суммировать. Например, энергетическая ценность 100 г молока, содержащего 3,5 % жира, 3,0 % белков и 4,6 % лактозы, составит

$$3,5 \times 9 + 3 \times 4 + 4,6 \times 3,8 = 60,98 = 61 \text{ ккал.}$$

Следовательно, в нашем примере энергетическая ценность 100 г молока будет равна 61 ккал, а 1 кг — 610 ккал. При необходимости пересчета в международные единицы пользуются переводным коэффициентом: 1 ккал = 4,184 кДж.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА

Эффективность гомогенизации молока контролируют методами отстаивания жира и центрифугирования.

Метод отстаивания жира. Это относительно простой, но менее точный метод по сравнению с методом центрифугирования.

Принцип метода. Эффективность гомогенизации определяют по разнице между содержанием жира в верхнем и нижнем слоях молока после его соответствующего отстаивания (выдерживания) в сосуде.

Приборы. Сосуд для отстаивания молока; другие приборы те же, что и для определения в молоке массовой доли жира по ГОСТ 5867.

Материал для исследования и реактивы. Молоко гомогенизированное; реактивы те же, что и для определения массовой доли жира.

Последовательность определения. Пробу гомогенизированного молока в количестве 250 см³ наливают в бутылку, мерный цилиндр или другой сосуд и выдерживают при 10 °С в течение 48 ч. Затем отбирают верхний слой молока (около 100 см³) и определяют в нем кислотным методом массовую долю жира. В нижнем слое молока также контролируют содержание жира. Разницу в содержании жира в двух слоях молока, показывающую степень отстаивания жира (%), рассчитывают по формуле

$$x = \frac{Ж_1 - Ж_2}{Ж_1} \cdot 100,$$

Чем больше степень отстаивания жира, тем ниже эффективность гомогенизации молока. Ее величина не должна превышать 10 %.

Метод центрифугирования.

Для проведения метода необходима специальная пипетка (рис. 4).



Рисунок 4. Пипетка для определения степени гомогенизации молока

Принцип метода. Метод основан на определении в гомогенизированном молоке содержания мелких (размером менее 2 мкм) жировых шариков после его центрифугирования в специальной пипетке.

Приборы. Специальная пипетка для контроля эффективности (степени) гомогенизации молока (ТУ 493-05-73); пробки резиновые № 20 с углублением для закрывания нижнего конца пипетки; другие приборы те же, что и для определения в молоке массовой доли жира.

Материал для исследования и реактивы. Молоко гомогенизированное; реактивы те же, что и для определения массовой доли жира.

Последовательность определения. Специальную пипетку через нижний капиллярный конец заполняют исследуемым гомогенизированным молоком до верхней черты. Верхний конец пипетки закрывают пальцем, а на нижний конец надевают резиновую пробку с углублением. Заполненные молоком пипетки вставляют симметрично в патроны центрифуги для определения массовой доли жира (пробками к периферии) и центрифугируют в течение 30 мин. После центрифугирования пипетки вынимают из центрифуги и ставят в штатив (пробками вниз). В верхней части пипетки собирается молоко с жировыми шариками размером 2 мкм и более, а в нижней - с мелкими шариками размером менее 2 мкм. Для определения степени гомогенизации необходимо отобрать молоко из нижней части пипетки. Для этого пальцем закрывают верхнее отверстие пипетки, снимают резиновую пробку с нижнего конца и осторожно сливают молоко в стакан от верхней до нижней черты на пипетке. Затем контролируют массовую долю жира в этой части молока.

Содержание в молоке мелких жировых шариков, характеризующее степень гомогенизации (%), рассчитывают по формуле

$$x = \frac{Ж_1}{Ж} \cdot 100,$$

где Ж₁ — массовая доля жира в молоке, слитом из нижней части пипетки, %; Ж — массовая доля жира в гомогенизированном молоке до центрифугирования, %.

Данные табл. 4 показывают, что чем больше в гомогенизированном молоке мелких жировых шариков (чем выше массовая доля жира в молоке из нижней части пипетки), тем выше степень (эффективность) гомогенизации молока.

Таблица 4

Степень гомогенизации, %	Массовая доля жира в молоке (%) в нижней части пипетки при массовой доле жира в исходном молоке, %			
	3,1–3,2	3,3–3,4	3,5–3,6	3,70–3,85
39–47	1,43	1,58	1,57	1,62
58–67	2,11	2,15	2,17	2,17
70–77	2,43	2,47	2,60	2,65
77–80	2,61	2,53	2,72	2,83
80–85	2,70	2,74	2,90	2,96
86–88	2,76	2,96	3,02	3,21

Для контроля эффективности пастеризации¹ молока (и сливок) главным образом применяют методы, основанные на определении в молоке щелочной фосфатазы и пероксидазы.

Щелочная фосфатаза теряет свою активность (инактивируется) при температуре молока не ниже 63 °С с выдержкой 30 мин. Эффективность пастеризации молока устанавливают по реакции фосфатазы с 4-амино-антипирином (ГОСТ 3263).

Принцип метода. Метод основан на гидролизе динатриевой соли фенолфосфорной кислоты фосфатазой, содержащейся в сыром молоке. Выделившийся при гидролизе фенол образует с индикатором 4-амино-антипирином окрашенный в розовый цвет комплекс. Для прекращения действия фосфатазы и осаждения белков применяют цинк-медный осадитель.

Приборы. Штатив с пробирками; пипетка вместимостью 2 см³; пипетки градуированные вместимостью 5 см³; водяная баня или термостат температурой 40-45 °С.

Материалы для исследования и реактивы. Молоко сырое, пастеризованное и кипяченое; смесь динатрийфенолфосфата с 4-аминоантипирином (раствор субстрата) (приложение 14); осадитель системы цинк-медь.

Последовательность определения. В пробирки вносят по 3 см³ исследуемого (сырого и пастеризованного) молока, добавляют по 2 см³ раствора субстрата, содержимое пробирок перемешивают и ставят в водяную баню (или термостат) с температурой 40-45 °С на 30 мин. После этого пробирки вынимают из водяной бани, добавляют по 5 см³ осадителя системы цинк-медь, содержимое тщательно перемешивают и снова ставят в водяную баню (в термостат) на 10 мин. Вынув пробирки из бани, определяют окраску раствора над осадком белка, используя в качестве контроля пробу с кипяченым молоком. При наличии фосфатазы (сырое молоко) раствор окрасится в темно-красный или розовый цвет, при его отсутствии (кипяченое и пастеризованное молоко) раствор будет бесцветным. Контроль эффективности пастеризации сливок и кисломолочных напитков ведут аналогично контролю пастеризации молока. При контроле эффективности пастеризации молока по определению фосфатазы можно использовать вместо динатриевой соли фенолфосфата и 4-аминоантипирина фенолфталеинфосфат натрия. Метод основан на гидролизе фенолфталеинфосфата натрия фосфатазой с освобождением фенолфталеина, который в щелочной среде дает розовое окрашивание.

Для контроля высокотемпературной пастеризации молока используют метод определения фермента пероксидазы, который инактивируется при температуре выше 80 °С. Метод основан на разложении пероксида водорода ферментом с выделением кислорода. Освобождающийся активный кислород окисляет йодид калия до йода, окрашивающего крахмальный раствор в синий цвет (или парафенилендиамин до соединений синего цвета).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ В КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ И МОРОЖЕНОМ ВЛАГИ, МАССОВОЙ ДОЛИ ЖИРА И КИСЛОТНОСТИ

Арбитражный метод определения массовой доли влаги в твороге по ГОСТ 3626 - высушивание навески продукта (3-5 г) в сушильном шкафу при температуре (102 ± 2) °С. Определение ведут так же, как и при анализе молока.

В заводских лабораториях чаще применяют ускоренные методы определения влаги — высушивание в сушильном шкафу при 160-165 °С, с помощью прибора (влагомера) Чижовой, выпаривание влаги в парафине и др. В настоящее время все шире используют специальные

влагомеры различных конструкций и принципов работы (аппарат сушильный АПС-1, «Элекс-7»

и др.).

Определение на приборе Чижовой широко применяют на молочных заводах вследствие его простоты и сравнительно быстрого исполнения.

Принцип метода. Определение основано на быстром высушивании тонкого слоя творога, помещенного в бумажный пакет между нагретыми плитами прибора Чижовой.

Приборы. Весы лабораторные рычажные 4-го класса точности; прибор Чижовой с плитами круглой или прямоугольной формы с вмонтированными в них электронагревательными

элементами и термометром (прибор можно переключить на сильный или слабый обогрев); бумага газетная, пергамент или подпергамент; эксикатор.

Материалы для исследования и реактивы. Творог или творожные изделия разной влажности.

Последовательность определения. Перед анализом заготавливают двухслойные пакеты из листов газетной бумаги размером 150 x 150 мм, которые накладывают друг на друга, сгибают по диагонали, загибают по углам и краям примерно на 15 мм и приглаживают в приборе (рисунок 5) для запрессовки краев. Для предохранения от потерь жира каждый пакет вкладывают в пергамент, который складывают по диагонали, не загибая краев. Перед употреблением пакеты высушивают в приборе при температуре высушивания продукта в течение 3 мин, после чего охлаждают и хранят в эксикаторе.



Рисунок 5. Схема изготовления бумажного пакета для прибора Чижовой

Высушенный пакет взвешивают и в него отвешивают навеску творога 5 г, распределив продукт по возможности равномерно по всей площади пакета. Пакет с навеской творога закрывают и помещают между плитами нагретого до 150-152 С прибора (одновременно можно высушивать два пакета). В начале сушки во избежание разрыва пакетов верхнюю плиту прибора приподнимают и выдерживают в таком положении до прекращения обильного выделения паров (около 30-50 с). Затем плиту опускают и продолжают высушивание в течение 5 мин. Пакеты с высушенными пробами охлаждают в эксикаторе в течение 3-5 мин и взвешивают с точностью до 0,01 г.

Массовую долю в твороге (в %) вычисляют по формуле

$$B = \frac{(m - m_1)}{5} \cdot 100,$$

где m - масса пакета с навеской до высушивания, г; m_1 - масса пакета с навеской после высушивания, г; 5 — навеска творога, г.

При отсутствии прибора Чижовой можно применить технику определения с помощью маслоскопных весов СМП-84 при выпаривании влаги из навески творога в парафине. Для этого в сухой алюминиевый стакан кладут кружок пергамента, закрывающий дно стакана и на 0,5 см нижнюю часть его стенок. После уравнивания весов в стакан отвешивают 5 г парафина (или обезжиренного топленого масла) и 5 г творога. Далее анализ ведут так же, как при определении массовой доли влаги в сливочном масле.

Массовую долю жира в исследуемых продуктах определяют так же, как и в молоке, в соответствии с требованиями ГОСТ 5867.

Приборы. Кроме приборов, применяемых для определения массовой доли жира в молоке, необходимы весы лабораторные рычажные 4-го класса точности или специальные весы с подвесками для жирометров; жирометр для сливок с пределом измерения от 0 до 40 % и ценой деления 0,5 %; пипетка вместимостью 5 см³; мерный цилиндр на 25 см³.

Материалы для исследования и реактивы. Кефир или простокваша, сметана, творог, мороженое молочное и сливочное; реактивы те же, что и для контроля массовой доли жира в молоке, кроме того, требуется серная кислота плотностью 1800-1810 кг/м³ и 1500-1550 кг/м³ и дистиллированная вода.

Последовательность определения. При исследовании перечисленных продуктов процедура аналогична исследованию молока, за исключением следующего. Для некоторых продуктов вместо жирометра для молока необходим жирометр для сливок, вместо серной кислоты плотностью 1810-1820 кг/м³ — кислота меньшей плотности и трех- или четырехкратное центрифугирование вместо однократного. Кроме того, все продукты, в отличие от молока, отмериваемого пипеткой, отвешивают на технических весах. Отвешивание можно вести на обычных лабораторных весах. Для этого два сухих чистых жирометра (для молока или для сливок) подвешивают на крючки коромысел при помощи тонкой проволоки или нити: один — на крючок правого плеча, второй — на крючок левого плеча. На правую чашку уравновешенных весов ставят гирию 5 г или другой

массы, в жиромер у левого плеча вводят пипеткой нужное количество продукта (до приведения весов в равновесие). Затем, сняв гирю, отвешивают другую пробу продукта во второй жиромер. При массовых анализах применяют специальные весы с подвесками (металлическими штативами) для жиромеров. На обе чашки (диски) весов устанавливают по 4 жиромера и уравнивают. На правую чашку помещают гирьку нужной массы, а в жиромер на левой стороне - навеску продукта до установления равновесия. Затем гирьку снимают и отвешивают продукт в другой жиромер и т. д.

Кисломолочные напитки. В чистый жиромер для молока отвешивают 11 г продукта, приливают 10 см³ серной кислоты (плотностью 1810-1820 кг/м³) и 1 см³ изоамилового спирта. Далее определение проводят так же, как при контроле массовой доли жира в молоке. При определении массовой доли жира в продуктах, приготовленных из гомогенизированного молока, применяют трехкратное центрифугирование и нагревание жиромера между каждым центрифугированием на водяной бане при температуре (65±2) °С в течение 5 мин.

Сметана. В чистый жиромер для сливок отвешивают 5 г сметаны, к ней добавляют сначала пипеткой 5 см³ дистиллированной воды, затем по стенке слегка наклоненного жиромера - 10 см³ серной кислоты плотностью 1810-1820 кг/м³ и 1 см³ изоамилового спирта. Далее определение ведут так же, как и при анализе молока. Сметану в жиромер вносят осторожно, стараясь не смочить горлышко. Для этого используют пипетку с отбитым концом или небольшой лист пергамента, свернутый в виде конуса. В конус шпателем помещают около 15 г сметаны, затем обрезают конец конуса и через него выдавливают необходимое количество сметаны в жиромер. Перед центрифугированием жиромер нагревают на водяной бане, часто встряхивая содержимое до полного растворения белков. При контроле сметаны, приготовленной из гомогенизированных сливок, проводят трехкратное центрифугирование с нагреванием жиромера на водяной бане. Показание жиромера соответствует массовой доле жира в сметане в процентах. Отсчет показаний жиромера для сливок выполняют с точностью до одного деления.

Творог. Массовую долю жира в продуктах определяют так же, как и в сметане. При контроле сладких творожных изделий применяют серную кислоту плотностью 1800—1810 кг/м³.

Мороженое. Для определения массовой доли жира в молочном мороженом в жиромер для молока отвешивают 5 г расплавленного мороженого, приливают (с помощью цилиндра) около 16 см³ серной кислоты плотностью 1500—1550 кг/м³ так, чтобы уровень жидкости был на 4—6 мм ниже основания горлышка жиромера, и 1 см³ изоамилового спирта. Жиромер закрывают пробкой, встряхивают и перемешивают смесь, перевертывая жиромер 3—5 раз. Затем его ставят пробкой вверх в водяную баню с температурой (65 ± 2) °С. Через 15 мин после полного растворения белков содержание жиромера четырехкратно центрифугируют в течение 5 мин с подогреванием на водяной бане при (65 ± 2) °С по 5 мин после каждого центрифугирования и перед отсчетом показаний. Показание жиромера, умноженное на 2,2, соответствует массовой доле жира в мороженом в процентах. Для определения массовой доли жира в сливочном мороженом в жиромер для сливок отвешивают 5 г мороженого, приливают около 16 см³ серной кислоты (плотностью 1500—1550 кг/м³) и 1 см³ изоамилового спирта. Далее определение ведут так же, как и при анализе молочного мороженого. Показание жиромера соответствует массовой доле жира в мороженом в процентах.

Определение кислотности кисломолочных продуктов и мороженого.

Методы определения кислотности исследуемых продуктов аналогичны методам контроля кислотности молока и соответствуют требованиям ГОСТ 3624.

Приборы. Те же, что и при определении кислотности молока, кроме того, весы лабораторные рычажные 4-го класса точности, химические стаканы вместимостью 100—150 см³, фарфоровая ступка вместимостью 150—200 см³, мерные цилиндры на 50 и 100 см³, стеклянная палочка.

Материалы для исследования и реактивы. Кефир или простокваша, сметана, творог, мороженое (неокрашенное и окрашенное); реактивы те же, что и при анализе молока.

Последовательность определения. Ход анализа при определении кислотности продуктов в основном аналогичен анализу молока. Отличие заключается в отборе проб большинства продуктов (за исключением кисломолочных напитков) путем отвешивания на весах и в проведении соответствующей подготовки к исследованию. Так, кефир предварительно выдерживают на водяной бане для удаления углекислого газа, а творог растирают с водой в ступке, в которой титруют полученную смесь раствором гидроксида натрия.

Кисломолочные напитки. При контроле титруемой кислотности в коническую колбу вместимостью 150—200 см³ вносят 20 см³ воды, прибавляют пипеткой 10 см³ продукта. Пипетку промывают этой смесью, вымывая остатки продукта. Далее определение проводят так же, как и в молоке. Водородный показатель (рН) продуктов определяют на тех же приборах и в том же порядке, что и кислотность молока. Для перевода рН продуктов (кефира, простокваши) в градусы титруемой кислотности можно пользоваться табл. 5.

Сметана. В стакан вместимостью 100-150 см³ отвешивают 5 г сметаны. Продукт тщательно перемешивают стеклянной палочкой, постепенно прибавляя 30-40 см³ воды. Затем вносят три капли 1%-ного раствора фенолфталеина и титруют 0,1 N раствором гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Титруемая кислотность сметаны (°Т) равна объему щелочи, пошедшему на нейтрализацию 5 г продукта, умноженному на 20.

Творог. В фарфоровую ступку вместимостью 150-200 см³ вносят навеску творога в 5 г, тщательно растирают и перемешивают продукт пестиком, прибавляя небольшими порциями 50 см³ воды, нагретой до 35-40 °С. Далее вносят три капли раствора фенолфталеина и титруют раствором гидроксида натрия так же, как и при контроле кислотности сметаны. Аналогичным образом подсчитывают и титруемую кислотность творога, умножая объем израсходованной щелочи на 20.

Мороженое. В коническую колбу вместимостью 150-200 см³ отвешивают 5 г мороженого и добавляют при анализе неокрашенного мороженого 30 см³ воды, а при контроле три капли раствора фенолфталеина и титруют 0,1 N раствором гидроксида натрия до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Для определения конца титрования окрашенного мороженого колбу с титруемой смесью помещают на белый лист бумаги и для сравнения ставят рядом колбу с 5 г исследуемого мороженого и 80 см³ воды. Титруемую кислотность мороженого подсчитывают, умножая на 20 объем раствора гидроксида натрия, пошедший на нейтрализацию 5 г продукта.

Таблица 5

Титруемая кислотность, °Т	Значение рН	
	кефира	простокваши
50	5,35	5,30
55	5,25	5,15
60	5,14	5,00
65	5,04	4,86
70	4,94	4,73
75	4,85	4,60
80	4,76	4,47
85	4,68	4,37
85	4,60	4,28
90	4,54	4,21
95	4,48	4,14
100	4,42	4,08
110	4,36	4,02
115	4,31	3,98
120	4,26	3,94
125	—	3,91
130	—	3,88

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ КЕФИРА.

Вязкость жидкости (кефира) можно определить различными методами - по измерению времени истечения определенного объема жидкости через капилляр, скорости свободного падения в продукте шарика известной массы и т. д. Для определения вязкости жидкостей имеются специальные приборы — вискозиметры (капиллярные, с падающим шариком, ротационные, ультразвуковые и др.). В молочной промышленности получили распространение капиллярные вискозиметры. Простейшим аналогом капиллярного вискозиметра может служить пипетка, имеющая определенный объем и размер выходного отверстия.

Определение с помощью пипетки просто и доступно. Этот метод применяют для контроля вязкости сгустка при производстве кефира резервуарным способом.

Принцип метода. Вязкость сгустка (продукта) определяют по времени t его истечения при 20 °С из специальной пипетки вместимостью 100 см³. Обычно продолжительность истечения кефира в конце сквашивания молока перед перемешиванием сгустка составляет не менее 20 с.

Приборы. Пипетка вместимостью 100 см³ с диаметром выходного отверстия 5 мм; колба или стакан вместимостью 150-200 см³; секундомер.

Материалы для исследования и реактивы. Кефир различной консистенции.

Последовательность определения. Пипеткой отмеривают 100 см³ кефира, вводят ее в колбу или стакан, снимают с верхнего отверстия указательный палец, включают секундомер и дают продукту вытечь. Отмечают продолжительность истечения продукта из пипетки. Кефир хорошей консистенции вытекает из пипетки не менее чем за 30 с, удовлетворительной консистенции - 20 с.

Для более точного определения вязкости кефира и других кисломолочных напитков рекомендован вискозиметр ВЗ-246, прибор ВКН.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРОПРИГОДНОСТИ МОЛОКА. ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ СЫРА

Для выработки сыров пригодно молоко, имеющее определенный химический состав и обладающее определенными технологическими свойствами, то есть так называемое сыропригодное молоко. Сыропригодность молока определяют двумя пробами - сычужной и сычужно-бродильной.

Сычужная проба. Проба характеризует способность молока к свертыванию под действием сычужного фермента. По ее результатам молоко делят на типы (классы).

Принцип метода. О способности молока к сычужной свертываемости судят по скорости (продолжительности) образования сгустка после добавления к нему раствора сычужного фермента определенной концентрации.

Приборы. Водяная баня или термостат; пробирки; пипетки вместимостью 2 и 10 см³; секундомер.

Материалы для исследования и реактивы. Несколько проб молока; рабочий раствор сычужного фермента. Последовательность определения. В пробирки пипеткой отмеривают по 10 см³ исследуемого молока, нагретого до 35 °С. Затем вносят по 2 см³ рабочего раствора сычужного фермента. Содержимое тщательно перемешивают и ставят в водяную баню или в термостат при 35 °С для свертывания. Секундомер включают при внесении в молоко сычужного фермента. Окончание свертывания устанавливают по образованию плотного сгустка, не выпадающего из пробирки при ее осторожном перевертывании. По продолжительности свертывания молоко делят на три типа (класса):

Тип	Продолжительность свертывания, мин.
I	15 и менее
II	25-35
III	40 и более или совсем не свертывается

Оптимальным для сыроделия считается молоко II типа, характеризующееся нормальной свертываемостью.

Сычужно-бродильная проба. Проба одновременно характеризует способность молока к сычужному свертыванию и наличие в нем бактерий группы кишечных палочек, то есть дает представление о качестве используемого молока и отчасти о качестве будущего продукта. Определение ведут в соответствии с ГОСТ 9225.

Принцип метода. Проба основана на контроле качества сгустка, получаемого после внесения в молоко раствора сычужного фермента и определенной выдержки при 37-40 °С.

Приборы. Водяная баня или термостат; пробирки широкие вместимостью 30 см³; пипетки вместимостью 1 см³.

Материалы для исследования и реактивы. Пробы молока; раствор сычужного фермента. Последовательность определения. В стерильные пробирки наливают около 30 см³ исследуемого молока (на 1 см ниже края пробирок) и вносят по 1 см³ раствора сычужного фермента. Затем содержимое пробирок хорошо перемешивают и ставят на водяную баню или в термостат при

температуре 37-40 °С. Сыропригодное молоко свертывается в течение 20 мин, молоко, обладающее слабой способностью к сычужному свертыванию, может не свернуться и через 12 ч.

По истечении 12 ч оценивают пробы. Для этого осматривают внешний вид пробы, определяют вкус и запах сыворотки, получившиеся сгустки вынимают из пробирок, укладывают на фильтровальную бумагу, слегка обсушивают и разрезают ножом на две части. По результатам оценки сгустка молоко относят к одному из трех классов в соответствии с табл.6.

Таблица 6.

Оценка качества молока в зависимости от результатов сычужно-броидильной пробы		
Класс	Качество	Характеристика сгустка
I	Хорошее	Сгусток нормальный, с гладкой поверхностью, упругий на ощупь, без глазков на продольном разрезе, плавает в прозрачной нетягучей и негорькой сыворотке
II	Удовлетворительное	Сгусток мягкий на ощупь, с единичными глазками (1-10). Сгусток разорван, но не поднялся вверх
III	Плохое	Сгусток с многочисленными глазками, губчатый, мягкий на ощупь, вспучен, всплыл вверх, или вместо сгустка наблюдается хлопьевидная масса, сыворотка часто мутная

Для сыроделия пригодно молоко I и II классов, молоко III класса непригодно.

Недостаток сычужно-броидильной пробы заключается в ее длительности: результаты становятся известными после того, как молоко уже направлено в производство.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСИСТЕНЦИИ, СТРУКТУРЫ И ФАЛЬСИФИКАЦИИ МАСЛА

Структуру и зависящую от нее консистенцию масла определяют различными методами, многие из которых применяют лишь в научных исследованиях. Например, характер консистенции масла контролируют по показателю твердости (измеряя глубину погружения конуса пластометров, пенетрометров в пробу масла или сопротивление масла разрезанию), по скорости отвердевания (определяя продолжительность деформации масла под действием груза), пробой на срез (изучая характер деформации пластинки масла при ее изгибе) (рис. 6) и т. д.

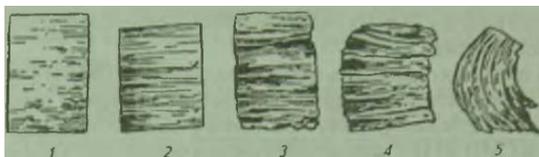


Рисунок 6. Оценка консистенции масла пробой на срез:
1-хорошая консистенция; 2-удовлетворительная; 3-слабокрошлиявая;
4-крошлиявая; 5-слоистая

Наиболее доступны для заводских и учебных лабораторий два метода косвенной оценки структуры и консистенции готового масла – индикаторный метод определения размера и характера распределения в масле капель плазмы (рис. 7) и ниже рассматриваемый метод контроля термостойчивости масла.

Показатель термостойчивости (рис. 8) рассчитывают по формуле

$$K = D_0/D_1$$

где D_0 - начальный диаметр основания цилиндрика, мм; D_1 – диаметр основания цилиндрика после термостатирования при 30 °С, мм.

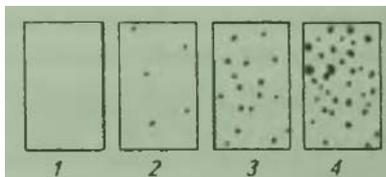


Рисунок 7. Шкала оценки степени дисперсности плазмы масла:

1-хорошее распределение влаги; 2-удовлетворительное; 3-неудовлетворительное; 4-плохое

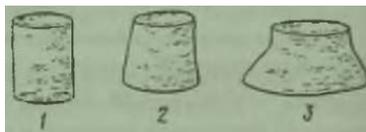


Рисунок 8. Шкала оценки термоустойчивости масла:

1-хорошая термоустойчивость ($K=0,86-1$); 2-удовлетворительная ($K=0,7-0,85$);
3-неудовлетворительная (менее $0,7$)

Фальсификацию масла (и спредов) определяют по наличию растительных жиров в жировой фазе масла (или его повышенному количеству в некоторых видах спредов) - с помощью газожидкостной хроматографии стериннов или более доступным методом - по определению числа Рейхерта-Мейссля. Последний метод основан на экстрагировании жира из продукта петролейным эфиром с последующим определением числа Р-М, которое при использовании растительных жиров резко падает. Для контроля в жирах количества трансизомеров жирных кислот (которое должно быть не более 8 %) используют сложный метод газожидкостной хроматографии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14. КОНТРОЛЬ СОСТАВА И СВОЙСТВ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ И ЗЦМ

Отбор проб сгущенных и сухих молочных консервов проводят в соответствии с действующим ГОСТом. Отобранные банки со сгущенным молоком с сахаром вскрывают и продукт тщательно перемешивают. Если на дне банки обнаружен осадок, ее погружают в воду при температуре 50-60 °С, затем продукт перемешивают и охлаждают до 20 °С. При наличии крупных кристаллов молочного сахара (на стенках и крышке банки) содержимое банки переносят в фарфоровую ступку, растирают пестиком до однородной консистенции, переливают обратно в банку, подогревают до 30 °С, перемешивают и охлаждают до 20 °С.

Перед контролем сгущенного стерилизованного молока невскрытую банку консервов сильно встряхивают, затем вскрывают и содержимое перемешивают. При наличии белковых комочков продукт переливают через волосяное сито в стакан, комочки на сите растирают и после этого смешивают с остальной массой. Для контроля массовой доли жира и кислотности сгущенного молока с сахаром и сгущенного стерилизованного молока готовят разведения продукта. Для этого на лабораторных весах отвешивают в химический стакан (емкостью 200 см³) 100 г продукта и тщательно его размешивают, добавляя горячую воду температурой 60-70 °С. Раствор переносят через воронку в мерную колбу на 250 см³, ополаскивая 2-3 раза стакан водой, охлаждают до 20 °С и доливают дистиллированную воду до метки. Пробы сухих консервов (сухое цельное молоко, сухое обезжиренное молоко, ЗЦМ и др.) перед исследованием тщательно перемешивают. При наличии слежавшихся комочков продукта их растирают стеклянной палочкой. Для лучшего смешивания отобранную пробу пересыпают в большую фарфоровую ступку и тщательно перемешивают, растирая пестиком, после чего снова пересыпают в банку. Перед контролем кислотности сухих консервов их восстанавливают. Для этого в стакан или фарфоровую чашку отвешивают 1,25 г сухого цельного молока, 0,9 г сухого обезжиренного Г молока или ЗЦМ, небольшими порциями приливают 10 см³ горячей воды температурой 65-70 °С и тщательно размешивают, растирая комочки стеклянной палочкой. Полученные растворы соответствуют 10 см³ восстановленного продукта.

Определение в молочных консервах массовой доли жира. Содержание жира в молочных консервах определяют после предварительного разведения продукта или в отдельных его навесках. Приборы и реактивы те же, что и при определении содержания жира в молоке и сливках, кроме того, химический стакан емкостью 25-50 см³ или листок пергаменты.

Сгущенные молочные консервы. В жиромер для молока отмеривают 10 см³ серной кислоты (плотностью 1780-1800 кг/м³ для сгущенного молока с сахаром и 1810—1820 кг/м³ для сгущенного стерилизованного молока), затем осторожно вносят 10,77 см³ разведенного сгущенного молока и 1 см³ изоамилового спирта. Далее определение ведут так же, как и в сыром молоке. Массовую долю жира в сгущенных консервах находят умножением показаний жиромера на коэффициент 2,57.

Сухие молочные консервы. В химическом стакане отвешивают 1,5 г продукта (можно его взвесить на листке пергамент), приливают 4 см³ горячей воды температурой 70-75 °С и тщательно перемешивают стеклянной палочкой. В жиромер наливают 10 см³ серной кислоты плотностью 1810-1820 кг/м³, из стакана (или с листка пергамент) навеску продукта через воронку переносят в жиромер, смывая его остатки водой. Уровень жидкости в жиромере после добавления 1 см³ изоамилового спирта должен быть на 4-6 мм ниже шейки жиромера. Далее анализ ведут так же, как в гомогенизированном молоке, применяя трехкратное центрифугирование с нагреванием на водяной бане перед каждым центрифугированием при температуре (65±2) °С.

Массовую долю жира в продукте (%) вычисляют по формуле

$$Ж = \frac{P \cdot 11}{m},$$

где P - показание жиромера, %, m - навеска продукта, г.

При навеске продукта в 1,5 г Ж = 7,33P.

Определение кислотности молочных консервов. Определяют путем титрования раствором гидроксида натрия сгущенных молочных консервов после разведения продукта, сухих молочных консервов - после восстановления навески продукта. Приборы и реактивы те же, что и при определении кислотности молока.

Сгущенные молочные консервы. В коническую колбу отмеривают 10 см³ разведенных консервов, прибавляют 20 см³ дистиллированной воды. Далее определение ведут так же, как и в молоке. Кислотность сгущенных молочных консервов (°Т) находят, умножая на 25 количество 0,1 N раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование разведенной пробы продукта.

Сухие молочные консервы. К 10 см³ восстановленного продукта в стакане или фарфоровой чашке после охлаждения приливают 20 см³ дистиллированной воды и 3 капли раствора фенолфталеина. Смесь титруют раствором гидроксида натрия так же, как и при анализе молока. Кислотность восстановленных сухих молочных продуктов (°Т) соответствует количеству затраченного при титровании раствора щелочи, умноженному на 10.

Определение в молочных консервах массовой доли сахарозы. Для определения содержания сахарозы применяют йодометрический, поляриметрический и другие химические и физические методы.

Арбитражным является йодометрический метод.

Принцип метода. Метод основан на окислении альдегидной группы редуцирующих сахаров йодом в щелочной среде. Альдосахара под действием выделившегося атомарного кислорода окисляются при этом в соответствующие кислоты: лактоза - в лактобионовую кислоту, глюкоза, образующаяся при инверсии сахарозы, - в глюконовую.



Массовую долю сахарозы определяют по разности между количеством взятого (в избытке) и неизрасходованного йода, определяемого титрованием тиосульфатом натрия (Na₂S₂O₃).

Приборы. Колба мерная на 500 см³; колбы конические вместимостью 250 см³ с притертыми пробками; пипетки вместимостью 5, 10 и 25 см³; бюретки; баня водяная; термометр; фильтр.

Материал для исследования и реактивы. Сгущенное молоко с сахаром; раствор сульфата меди (см. приложение 22); 1 N и 0,1 N растворы гидроксида натрия; 0,1 N раствор йода; 0,5 N раствор соляной кислоты; 0,1 N раствор тиосульфата натрия; 1 %-ный раствор крахмала; 7,3 N раствор соляной кислоты; 0,1 %-ный раствор метилового оранжевого (индикатора).

Последовательность определения. В мерную колбу вместимостью 500 см³ отмеривают пипеткой 25 см³ разведенного сгущенного молока с сахаром (разведение см. раньше), прибавляют до половины объема колбы дистиллированной воды и содержимое перемешивают. Затем для осаждения белков вносят 10 см³ раствора сульфата меди (раствора Фелинга I), 4 см³ 0,1 N раствора гидроксида натрия, жидкость перемешивают и оставляют в покое на 5 мин. После появления над осадком прозрачного слоя жидкости колбу доливают водой до метки, содержимое тщательно перемешивают и оставляют в покое на 20—30 мин. После этого жидкость фильтруют через сухой складчатый фильтр в сухую колбу (первые 25-30 см³ фильтрата отбрасывают). Далее

необходимо определить редуцирующую, или восстанавливающую, способность полученного фильтрата до проведения инверсии сахарозы и после. В первом случае ее обуславливает лактоза, во втором - к ней присоединяется глюкоза, образующаяся в результате инверсии сахарозы. Для определения редуцирующей способности фильтрата до инверсии сахарозы в коническую колбу с притертой пробкой пипеткой вносят 25 см³ 0,1 N раствора йода. Смесь перемешивают и из бюретки при непрерывном помешивании приливают 37,5 см³ 0,1 N раствора гидроксида натрия (NaOH). Колбу закрывают пробкой и оставляют в темном месте на 20 мин. После этого для выделения не прореагировавшего йода (в щелочной среде 12 переходит в NaIO и NaI) в колбу вливают 8 см³ 0,5 N раствора соляной кислоты. Выделившейся йод титруют 0,1 N раствором тиосульфата натрия. Сначала титруют быстро до получения светло-желтого окрашивания, затем прибавляют 1 см³ 1 %-го раствора крахмала и продолжают титровать медленно по каплям до исчезновения синей окраски. Записывают количество затраченного раствора тиосульфата натрия. Затем в другой части фильтрата проводят инверсию, или кислотный гидролиз, сахарозы. Для этого 25 см³ фильтрата вносят в коническую колбу, которую неплотно закрывают пробкой с пропущенным через нее термометром и нагревают на водяной бане до температуры (65±3) °С. Приоткрыв пробку, в колбу вливают 25 см³ 7,3 N раствора соляной кислоты и осуществляют в течение 10 мин инверсию сахарозы, помешивая колбу вращательными движениями в первые три минуты. Во время инверсии температура раствора не должна быть выше 68 °С (для предотвращения инверсии лактозы). Через 10 мин колбу вынимают из водяной бани и быстро охлаждают до 20 °С. Затем вынимают пробку с термометром и содержимое колбы нейтрализуют 1 N раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора метилового оранжевого, прибавляя щелочь по каплям до перехода окраски раствора от розовой к желтой. Редуцирующую способность фильтрата после инверсии определяют так же, как и до инверсии сахарозы. После нейтрализации кислоты в колбу приливают 25 см³ 0,1 N раствора йода, затем при помешивании 37,5 см³ раствора 37,5 см³ раствора щелочи. Колбу закрывают пробкой, оставляют в темноте на 20 мин, затем вливают 8 см³ 0,5 N раствора соляной кислоты и избыток йода титруют 0,1 N раствором тиосульфата натрия до перехода синей окраски в бледно-розовую, обусловленную присутствием метилового оранжевого.

Массовую долю сахарозы в продукте (в %) вычисляют по формуле

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 0,0171 \cdot 0,99 \cdot 100}{m},$$

где V_1 - количество 0,1 N раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование йода в фильтрате до инверсии, см³; V_2 - количество 0,1 N раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование йода в фильтрате после инверсии, см³; 0,171 - количество сахарозы, соответствующее 1 см³ 0,1 N раствора тиосульфата натрия; 0,99 - коэффициент, найденный эмпирическим путем; m - навеска продукта, соответствующая 25 см³ фильтрата, г (в данном случае $m = 0,5$ г).

К недостаткам метода можно отнести трудоемкость и требования высокой квалификации лаборанта. В этом смысле более прост широко применяемый поляриметрический метод. Для определения содержания сахарозы необходим поляриметр-сахариметр универсального типа СУ-4. Поданному методу исключается трудоемкий процесс инверсии сахарозы, а лактоза устраняется путем разрушения оксидом кальция. Возможно также использование прибора Милко-Скан FT-120.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА РАСТВОРИМОСТИ СУХИХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЛЬСИФИКАЦИИ СУХОГО МОЛОКА

Метод основан на определении объема нерастворившегося осадка в пробе восстановленного продукта (ГОСТ 8764).

Центрифужную пробирку с делениями на 0,1 см³ заполняют восстановленным продуктом до верхней метки 10 см³ и добавляют несколько капель красной или зеленой краски. Пробирки два раза центрифугируют по 5 мин и отсчитывают объем осадка. Индекс растворимости выражают в кубических сантиметрах сырого осадка: 0,1 см³ сырого осадка соответствует 1 % сухого нерастворимого осадка сухих продуктов.

Арбитражный метод определения содержания влаги в молочных консервах - высушивание навески продукта при температуре (102±2) °С. Для анализа сухих молочных консервов применяют также ускоренный метод высушивания навески при 125 °С. Определение ведут так же, как и при

контроле сухих веществ (влаги) в молоке. На молочных заводах в основном используют ускоренные методы определения с применением рефрактометров и прибора Чижовой. Кроме того, применяют прибор контактной сушки АПС-1 и влагомер инфракрасной сушки ЭВЛАС-1.

Сгущенные молочные консервы. Массовую долю влаги в сгущенных молочных консервах определяют с помощью рефрактометра типа РЛ, правила работы с которым даны в методике рефрактометрического определения в молоке массовой доли лактозы. Отличие заключается в том, что определение ведут при температуре 20 °С и показания снимают по правой шкале рефрактометра, соответствующей процентному содержанию сухих веществ в сгущенном молоке. Для подсчета массовой доли влаги показания рефрактометра вычитают из 100. Если контролируют содержание влаги в сгущенном молоке с сахаром до охлаждения (из вакуум-аппарата), то каплю отобранного продукта сразу же наносят на призму рефрактометра и снимают показания. Если определяют содержание влаги в готовом продукте после охлаждения, тогда необходимо в нем растворить кристаллы молочного сахара. Для этого широкую пробирку заполняют продуктом, закрывают резиновой пробкой и ставят на кипящую водяную баню, через 5 мин медленно охлаждают в проточной воде до 20 °С.

Сухое молоко и ЗЦМ. Массовую долю влаги в сухом молоке и ЗЦМ определяют на приборе Чижовой. Определение ведут так же, как и в твороге. Специфика методики заключается в следующем: используют однослойный бумажный пакет, который необязательно вкладывать в пергамент; берут навеску продукта, равную 4 г; температура нагрева нижней платы составляет 140-142 °С; продолжительность нагревания - 2 мин для сухого цельного молока и 3 мин для сухого обезжиренного молока и ЗЦМ. Содержание влаги в продукте рассчитывают по той же формуле, что и для творога, но ставят в знаменателе величину массы навески продукта 4 г вместо 5 г.

Определение фальсификации сухого молока. Фальсификацию сухого молока чаще всего осуществляют добавлением сухой подсырной сыворотки. Наличие сыворотки в продукте можно обнаружить по количеству сывороточных белков (а также лактатов). Другой вид фальсификации — замена молочного жира на растительный (пальмовый, пальмоядровый) — определяют, контролируя жирнокислый состав продукта и делая подсчет соотношения некоторых жирных кислот. Определение в продукте соевого и горохового белков осуществляют с помощью капиллярного электрофореза.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. С.СЕЙФУЛЛИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО
ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Биохимические процессы при производстве молочных продуктов
(2 кредита)

для специальности 6М072700 – «Технология продовольственных продуктов»

для направления: Технические науки и технологии

Астана 2015

Изучение дисциплины «Биохимические процессы при производстве молочных продуктов» проводится путем изучения курса лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента. Указателем обеспеченности дисциплины является карта учебно – методического обеспечения дисциплины. Выполнение заданий осуществляется на основании строгого соблюдения графика выполнения и сдачи заданий по дисциплине.

Лекция – устное систематическое и последовательное изложение материала по какой-либо проблеме, методу, теме вопроса и т.д. Лекция, как метод обучения, относится к словесным методам обучения и может применяться при аудиторной системе обучения. Учебная лекция в вузе должна иметь четкую и строгую структуру и состоять из трех частей: вступления (введения), изложения и заключения.

Вступление (введение) определяет тему, план и цель лекции. Оно призвано заинтересовать и настроить аудиторию, сообщить, в чем заключается предмет лекции, и ее актуальность, основная идея (проблема, центральный вопрос), связь с предыдущими и последующими занятиями, поставить ее основные вопросы. Введение должно быть кратким и целенаправленным.

Изложение – основная часть лекции, в которой реализуется научное содержание темы, ставятся все узловые вопросы, приводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приемов. В ходе изложения применяются все формы и способы суждения, аргументации и доказательства. Каждое теоретическое положение должно быть обоснованно и доказано, приводимые формулировки и определения должны быть четкими, насыщенными глубоким содержанием. Каждый учебный вопрос заканчивается краткими выводами, логически подводящими обучающихся к следующему вопросу лекции. Количество вопросов в лекции – как правило, от двух до четырех.

Заключение обобщает в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая ее как целостное. В нем могут даваться рекомендации о порядке дальнейшего изучения основных вопросов лекции самостоятельно по указанной литературе. Все это составляет предмет обдумывания при разработке.

Краткий конспект лекций содержится в УМКД.

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия являются одним из основных видов работ по техническим наукам. Они представляют собой средство развития у студентов культуры научного мышления. Лабораторные занятия предназначены для углубленного изучения дисциплины, овладения методологией научного познания. Главная цель лабораторных занятий – обеспечить студентам возможность овладеть навыками и умениями использования теоретического знания применительно к особенностям изучаемой отрасли.

Структура лабораторных занятий:

- вступление преподавателя;
- ответы на вопросы студентов по неясному материалу;
- лабораторная часть как плановая;
- заключительное слово преподавателя.

Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студента по дисциплине рекомендуется осуществлять двумя способами:

- в аудитории под руководством преподавателя СРСП;
- вне аудитории самостоятельно СРС.

Аудиторная самостоятельная работа студента должна выполнять две функции консультационную и контролирующую. При консультативной функции СРСП должна оказывать помощь студенту по выбору методов работы, необходимых для освоения программного материала, создавать возможность для студента дополнительно прослушать сложную тему, выполнения практического занятия, способствовать углубленному изучению дисциплины и самостоятельного проведения научного исследования. Контролирующую функцию рекомендуется осуществлять в ходе текущего, рубежного и итогового учета и оценки знаний с целью повышения мотивации студентов к обучению.

Самостоятельная работа студента направлена на углубление теоретического и практического материала по изучаемой теме путем устного изучения, выполнения лабораторных работ, написания реферата.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ

Учащиеся могут быть допущены к работе в лаборатории только после ознакомления с правилами техники безопасности, знание которых проверяет преподаватель. При работе в лаборатории биохимии особое внимание обращается на соблюдение следующих правил.

1. Рабочее место (во время работы и после ее окончания) необходимо содержать в чистоте и порядке, на нем не следует держать посторонние предметы.

2. При выполнении работ необходимо соблюдать осторожность, быть внимательным, все операции проводить в рабочем халате.

3. Все реактивы должны стоять на определенных местах (и быть снабжены этикетками).

4. Учащиеся должны знать основные свойства реактивов, особенно степень их вредности и способность к образованию взрывоопасных и огнеопасных смесей с другими реактивами.

5. Категорически запрещается пробовать химические вещества и реактивы на вкус.

6 . Недопустимо набирать концентрированные кислоты, щелочи, формалин и другие ядовитые жидкости в пипетку ртом, для этого следует пользоваться резиновыми грушами или использовать мерные цилиндры и специальные дозаторы (автоматические пипетки и др.).

7. Все работы с ядовитыми и газообразными веществами необходимо проводить под тягой.

8 . При работе с концентрированными кислотами и щелочами следует помнить, что, попадая на кожу человека, они вызывают тяжелые ожоги. Поэтому работать с этими веществами необходимо только в защитных очках, резиновых фартуках и перчатках.

9. Запрещается нагревать опасные вещества на открытом огне. Для их нагревания надо пользоваться предварительно нагретой водяной баней при погашенной горелке.

10. При нагревании жидкостей с осадком надо быть осторожным, так как жидкость может выплеснуться из сосуда на руки и лицо. Пробирки с жидкостью при нагревании следует держать наклонно, отверстием в сторону от себя и рядом сидящих.

11. Необходимо строго соблюдать правила работы с газом и электроприборами. Запрещается включать и выключать без разрешения преподавателя рубильники и электроприборы, а также оставлять без присмотра зажженные газовые горелки и включенные в сеть приборы.

12. В случае воспламенения горючих жидкостей следует быстро погасить горелки, выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.

13. При несчастных случаях, вызванных термическими ожогами (огнем, паром, горячими предметами), для оказания первой помощи необходимо кожу смочить 96 %-ным этиловым спиртом или 1-5 %-ным раствором перманганата калия.

14. При химических ожогах кожи концентрированными кислотами пораженные места следует обильно промыть водой, затем приложить примочки из 2-3 %-ного раствора пищевой соды.

15. В случае химических ожогов концентрированными щелочами обожженное место надо промыть водой, затем обработать 2-5 %-ным раствором борной или уксусной кислоты.

16. При попадании кислоты или щелочи в глаза необходимо их промыть большим количеством воды в течение 10-30 мин, затем, в случае ожога кислотой — 2-3 %-ным раствором пищевой соды, а при ожоге щелочью — 2 %-ным раствором борной кислоты.

17. В случае химических ожогов полости рта кислотами (или щелочами) следует прополоскать рот слабым раствором пищевой соды (или борной кислоты).

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№	Тема занятий	Задания для СРС, цель и содержание СРС	Рекомендуемая литература	Формы контроля	Сроки сдачи	Оценка (баллы рейтинга)) ТК/ПК
1	2	3	4	5	6	7
1	Химический состав молока	1. Домашнее задание: Составить конспект по теме. 2. На СРСП сдать тему №1 и представить конспект.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	1 неделя	0,5...1,0
2	Белки молока	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 2.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	2 неделя	0,5...1,0
3	Молочный жир	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 3.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	3 неделя	0,5...1,0
4	Углеводы молока	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 4.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	4 неделя	0,5...1,0
5	Минеральные вещества и ферменты в составе молока.	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 5.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	5 неделя	0,5...1,0
6	Витамины. Гормоны и газы. Посторонние химические вещества в составе молока	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 6.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	6 неделя	0,5...1,0
7	Состояние и свойства составных частей молока	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему № 7.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	7 неделя	0,5...1,0
Рубежный контроль 1						
8	Изменение химического состава молока под влиянием различных	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1. Конспект лекций 2. Устная беседа по	8 неделя	0,5...1,0

	факторов	2. На СРСП сдать тему № 8.		конспекту.		
9	Биохимические и физико-химические изменения молока при температурной обработке	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №9.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1.Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	9 неделя	0,5...1,0
10	Биохимические и физико-химические процессы при производстве кисломолочных продуктов	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №10.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1.Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	10 неделя	0,5...1,0
11	Биохимические основы производства отдельных видов кисломолочных продуктов	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №11.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1.Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	11 неделя	0,5...1,0
12	Биохимические и физико-химические процессы при производстве и созревании сыров	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №12.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1.Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	12 неделя	0,5...1,0
13	Биохимические и физико-химические процессы при производстве масла	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №13.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1.Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	13 неделя	0,5...1,0
14	Физико-химические процессы при производстве молочных консервов и ЗЦМ	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №14.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1.Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	14 неделя	0,5...1,0
15	Биохимические основы производства детских молочных продуктов	1. Домашнее задание: ознакомиться с темой, составить конспект. 2. На СРСП сдать тему №15.	Осн. [1-6] Доп. [1-2]	1.Конспект лекций 2. Устная беседа по конспекту.	15 неделя	0,5...1,0
Рубежный контроль 2						
	ИТОГО					7,5...15,0

