



На правах рукописи

КУЗНЕЦОВА ЖАННА ЮРЬЕВНА
КАЧЕСТВО И СТОЙКОСТЬ В ХРАНЕНИИ
СГУЩЕННОГО МОЛОКА С САХАРОМ
В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ МОЛОКА

**Специальность 05.18.04 — Технология мясных, молочных
и рыбных продуктов**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Вологда – Молочное
2000 год

Работа выполнена в Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина

- Научные руководители**
- доктор технических наук,
профессор, академик Гудков А.В.
 - кандидат технических наук,
доцент Буйлова Л.А.
- Официальные оппоненты**
- доктор технических наук,
профессор Захарова Н.П.
 - кандидат биологических наук,
доцент Борисова Г.В.
- Ведущее предприятие** – ОАО «Сухонский молочный комбинат»

Защита диссертации состоится « 19 » декабря 2000 г. в _____ час.
на заседании диссертационного совета К.120.02.01 при Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В.Верещагина по адресу: 160555, г. Вологда, п. Молочное, улица Шмидта, 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина

Автореферат разослан « 18 » ноября 2000 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук,
доцент



О.В. Охрименко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время на пищевых предприятиях развитых стран мира широко внедряется программа НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points). Актуально ее внедрение и в России. Сущность этой программы заключается в установлении и контроле «критических точек» технологического процесса, т.е. параметров, влияющих на качество и безопасность производимой продукции.

В последние годы в России наметилась тенденция к увеличению производства молочных продуктов длительного хранения, в частности, сгущенного молока с сахаром. Стойкость сгущенного молока с сахаром в хранении зависит от количественного и качественного состава микрофлоры на всех этапах производства – от сырья до готового продукта.

Некоторая часть вырабатываемого в России сгущенного молока с сахаром не выдерживает гарантийного срока хранения и не удовлетворяет требованиям потребителя по органолептическим и санитарно-гигиеническим показателям. В продукте при хранении отмечаются такие нежелательные изменения качества как горький вкус, прогорклый, салитый, нечистый запах, загустевание.

Анализ литературных источников показывает, что одной из причин указанных выше нежелательных изменений может быть размножение в молоке, из которого вырабатывают продукт, различных видов микрофлоры, образующей протеолитические и липолитические ферменты, проявляющие себя до обработки и сохраняющие активность после пастеризации. Эти ферменты катализируют в молочных консервах расщепление белков и липидов в нежелательном для качества продуктов направлении, причем масштабы их деятельности будут возрастать с увеличением содержания микрофлоры в сырье.

К числу микроорганизмов, обладающих высокой протеолитической и липолитической активностью, относятся психротрофные.

Исследование психротрофной микрофлоры молока и ее влияния на качество молочных продуктов – одно из важных направлений мировой науки о переработке молока.

Сравнительно высокие температуры хранения сырого молока могут ускорить рост популяции психротрофов, а низкий уровень гигиены, характерный для многих ферм и резервирование молока до обработки на заводе увеличивают степень первоначального обсеменения молока данными видами микроорганизмов. Эти факторы могут привести к накоплению их в больших количествах даже за сравнительно короткий период хранения молока до переработки на молочные консервы. В этом свете изучение психротрофов в молоке, исследование их влияния на качество и стойкость в хранении сгущенных молочных консервов представляют большой научный и практический интерес.

Цель и задачи исследований. Целью данной работы является изучение качества и стойкости в хранении сгущенного молока с сахаром в зависимости от бактериальной обсемененности молока. В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- исследование бактериальной обсемененности молока для определения содержания различных видов микроорганизмов в нем по сезонам года;
- изучение физико-химических показателей молока и динамики микрофлоры в процессе хранения его до обработки;
- исследование динамики микрофлоры в технологическом процессе производства сгущенного молока с сахаром;
- изучение влияния различных факторов на стойкость в хранении сгущенного молока с сахаром, установление границы риска по содержанию психротрофных микроорганизмов в сыром молоке, предназначенном для выработки продукта;
- подтверждение границы риска по содержанию психротрофных микроорганизмов в сыром молоке для производства сгущенного молока с сахаром;
- исследование влияния некоторых факторов на загрязненность молока психротрофной микрофлорой.

Научная новизна работы. Изучен качественный и количественный состав микрофлоры сырого молока, закупаемого в Вологодском районе. Установлено, что доля психротрофных микроорганизмов составляет от 16 до 55% от количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (далее по тексту кМАФАНМ) и находится в пределах $8,6 \cdot 10^3$ до $9,2 \cdot 10^7$ к.о.е./см³, осмотолерантных от 0,29 до 3,95%, соответственно, $1,1 \cdot 10^3$ до $7,3 \cdot 10^4$ к.о.е./см³.

Получена линейная модель зависимости конечного содержания психротрофов в молоке от температуры, продолжительности хранения и начального обсеменения молока данными видами микроорганизмов.

Установлено, что, несмотря на высокую эффективность тепловой обработки, термостабильные формы психротрофной микрофлоры могут сохраняться после пастеризации в единичных колониях до 0,04% от кМАФАНМ.

Установлено, что содержание в сыром молоке, направленном на производство сгущенного молока с сахаром, психротрофов в количестве $8 \cdot 10^7$ к.о.е./см³, является критическим и вызывает сокращение гарантийного срока хранения продукта до 6 месяцев.

Практическая значимость работы. Предложен проект дополнений в инструкцию по микробиологическому контролю на предприятиях молочной промышленности в части контроля молока для выработки сгущенного молока с сахаром. Исследование молока по содержанию психротрофных микроорганизмов включено в схему микробиологического контроля производства на ряде молочных заводов.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы доложены и обсуждены в докладах и тезисах: на научно-практической конференции «Повышение эффективности внедрения научных разработок в сельскохозяйственном производстве», СЗНИМЛПХ, Молочное, апрель, 1997г.; на научной конференции технологического факультета ВГМХА, апрель, 1998 г.; на Международной научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии пищевых производств», г. Санкт-Петербург, апрель, 1998 г.; на совещании по качеству молока работников УОЗ ВГМХА совместно с поставщиками сырья, Молочное, апрель, 1998г.; на первой областной межвузовской научно – практической конференции в Вологодском государственном техническом университете, май, 2000 г.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано шесть работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, результатов исследований и их анализа, выводов, списка литературных источников (150) и 13 приложений.

Основной текст работы изложен на 140 страницах, включает 24 таблицы и 8 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Обзор литературы

В первой главе диссертационной работы приведены литературные данные о традиционных и новых видах сгущенного молока с сахаром. Дана характеристика активности воды как основного параметра консервирования и, в связи с этим, прогноз возможности развития в сгущенном молоке с сахаром разных видов микроорганизмов. Проведен анализ влияния микроорганизмов на качество сгущенного молока с сахаром. Ведущее место здесь отведено микрофлоре сырого молока. Обобщены сведения о нежелательных изменениях сгущенного молока с сахаром ферментной природы. Дана характеристика существующей системе микробиологического контроля по выявлению различных видов микроорганизмов в молоке и в технологическом процессе производства сгущенного молока с сахаром.

На основании обзора литературы была сформулирована рабочая гипотеза: снижение бактериальной обсемененности сырья, смеси и продукта микроорганизмами может повысить качество и стойкость в хранении сгущенного молока с сахаром. Были определены также задачи исследований.

Экспериментальная часть

Организация работы, объекты и методы исследований

Работа выполнялась в период с 1995 по 2000 год в соответствии с планом НИР Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина по теме: «Повышение качества молочных продуктов» (номер государственной регистрации 01990006121).

Схема проведения эксперимента представлена на рис.1.

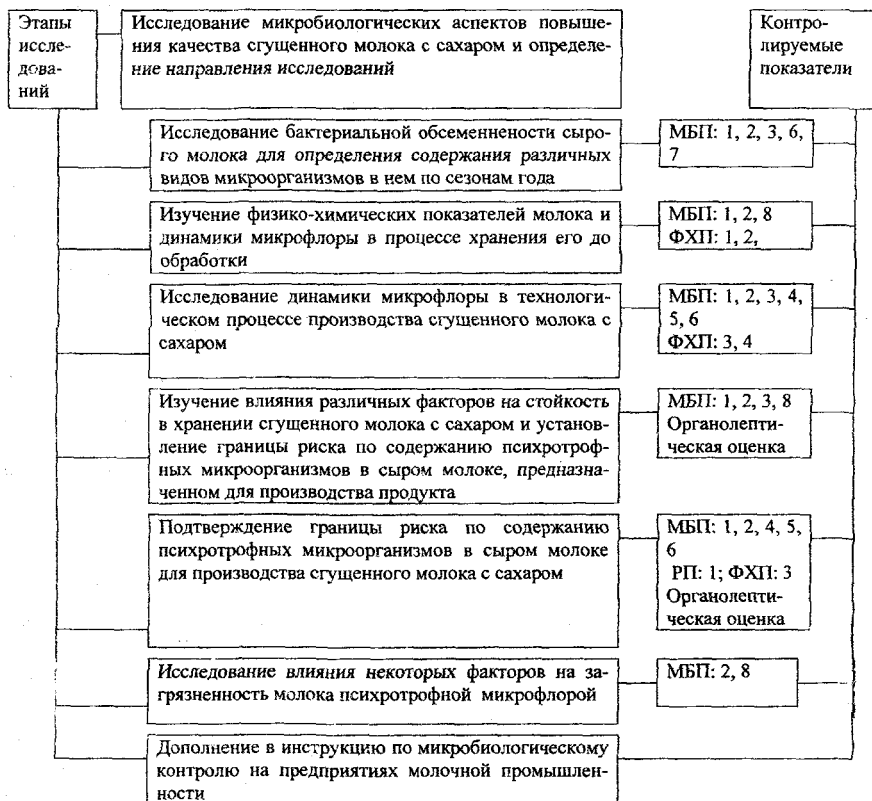


Рис.1. Схема проведения исследований

Условные обозначения:

Микробиологические показатели (МБП): 1- МАФАНМ; 2 - психротрофные микроорганизмы (далее по тексту ПМФ), 3- осмотолерантные микроорганизмы, 4 - дрожжи, 5 - плесневые грибы, 6 - бактерии группы кишечных палочек (далее по тексту БГКП), 7 - редуцтанная проба, 8 - удельная скорость развития микроорганизмов.

Физико-химические показатели (ФХП): 1- титруемая кислотность, 2 - активная кислотность, рН, 3 - формы азотистых соединений, 4 - оптическая плотность фильтрата.

Реологические показатели (РП): 1- динамическая вязкость.

Экспериментальные исследования проводили на кафедре технологии молока и молочных продуктов Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В.Верещагина, в химической и микробиологической лабораториях Учебно-опытного молочного завода ВГМХА,

в государственном центре Агрохимической службы «Вологодский», в НПО «Углич» ВНИИМС.

Выработку сгущенного молока с сахаром осуществляли в полупроизводственных и производственных условиях на циркуляционных объемных аппаратах «Wigand» (20 и 8000 кг испаренной влаги в час).

Хранение цельного молока до переработки в условиях низких положительных температур осуществляли в холодильной камере молочного завода при температуре воздуха (4-6)°С. Хранение сгущенного молока с сахаром производили в разных температурных условиях (6-7)°С и (20-25)°С. Повторность опытов 3-5 кратная. Обработку экспериментальных данных осуществляли на персональном компьютере.

При выполнении работы использовали стандартные и общепринятые методы исследований. Реологические характеристики определяли на ротационном вискозиметре – Reotest, стойкость молока к загустеванию – колориметрическим методом. Органолептические показатели сгущенного молока с сахаром оценивали по разработанной нами пятибалльной шкале. Методика выполнения работы включала также постановку модельных опытов.

Результаты исследований

Исследование бактериальной обсемененности молока для определения содержания различных видов микроорганизмов в нем по сезонам года

В течение года определяли содержание в молоке, доставляемом на УОМЗ ВГМХА из Вологодского района, количество МАФАнМ, психротрофных, осмоотолерантных микроорганизмов, БГКП, класс редуцтанной пробы. В соответствии с установленными различиями (использовали параметрические критерии Стьюдента и Фишера), молоко разделили на 2 группы – доставляемое на завод охлажденным (первая группа) и доставляемое неохлажденным (вторая группа). Результаты исследований сгруппированы по сезонам года (о-л – осенне-летний, в-з – весенне-зимний) и приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Бактериальная обсемененность молока, доставляемого на завод охлажденным

№ образца	Сезон года	Группы микроорганизмов		
		кМАФАнМ, тыс.к.о.е./см ³	Психротрофные, тыс. к.о.е./см ³	Осмоотолерантные, тыс. к.о.е./см ³
1	2	3	4	5
1	о-л	18000±700	9800±22	48±2
2	о-л	59000±850	33000±15	21±1,8
3	о-л	170000±980	92000±49	73±6,4
4	о-л	12000±480	6600±20	42±2,2

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
1	в-з	11000±220	5200±48	41±5,5
2	в-з	14000±800	5100±28	30±4,8
3	в-з	180000±650	5800±81	48±6
4	в-з	11000±720	3800±92	31±8,2

Таблица 2

Бактериальная обсемененность молока,
доставляемого на завод неохлажденным

№ образца	Сезон года	Группы микроорганизмов		
		кМАФАнМ, тыс.к.о.е./см ³	Психротрофные тыс.к.о.е./см ³	Осмотолерантные, тыс.к.о.е./см ³
1	о-л	61±10	12±1,5	1,1±0,4
2	о-л	120±18	22,5±3,8	3±0,15
3	о-л	680±35	88±4,5	2±0,3
4	о-л	300±48	58±1,8	6,8±0,5
1	в-з	48±4	8,6±0,5	1,9±0,2
2	в-з	92±12	18±1,4	2±0,4
3	в-з	580±88	81±2,8	2,1±0,14
4	в-з	360±52	38±3,2	9,6±0,25

Наибольшее содержание микроорганизмов наблюдалось во всех представленных образцах в осенне-летний период года (июнь, июль – месяцы наибольшего обсеменения). Причем, молоко, доставляемое на завод в охлажденном виде содержало наибольшее количество всех видов микрофлоры. Доля микроорганизмов от уровня МАФАнМ составляла: психротрофных – от 16 до 55 %, осмотолерантных – от 0,29 до 3,95%. Наибольшее количество психротрофных микроорганизмов обнаружено в охлажденном молоке осенне-летнего периода ($9,2 \cdot 10^7$ к.о.е./см³).

В результате работы подтверждено, что редуцтанная проба не дает в полной мере характеристику микробиологического качества молока. Молоко, соответствующее первому классу по редуцтанной пробе, может содержать в 1 см³ до $1,8 \cdot 10^8$ к.о.е. МАФАнМ и $9,2 \cdot 10^7$ к.о.е. психротрофных микроорганизмов.

Изучение физико-химических показателей молока и динамики микрофлоры в процессе хранения его до обработки

С целью моделирования хранения молока от дойки до обработки, исследовали динамику развития микрофлоры при (4-6) и (7-8)°С, в течение 72 часов. Полученные результаты представлены в табл.3.

Таблица 3

Изменение качества сырья для производства сгущенного молока с сахаром в процессе резервирования его до обработки

Условия хранения		Физико-химические и микробиологические показатели молока			
Температура, °С	Продолжительность, ч.	Активная кислотность, ед. рН	Титруемая кислотность, °Т	Количество МАФАНМ, ln к.о.е./см ³	Количество психротрофов, ln к.о.е./см ³
	0	6,6±0,02	16±1	13,69±0,5	12,74±0,4
4-6	24	6,6±0,02	16±1	14,18±0,4	13,51±0,3
4-6	48	6,5±0,01	17±1	14,78±0,3	14,31±0,2
4-6	72	6,4±0,01	18±1	15,35±0,4	15,04±0,4
7-8	24	6,5±0,01	17±1	15,38±0,5	14,89±0,5
7-8	48	6,4±0,02	18±1	16,3±0,5	15,88±0,3
7-8	72	6,3±0,02	20±1	17,03±0,3	16,61±0,2

В результате хранения отмечен рост титруемой кислотности и снижение единицы рН.

Повышение температуры хранения молока с (4 до 8)°С заметно ускорило развитие микроорганизмов, в т.ч. психротрофных, несмотря на низкое первоначальное обсеменение молока. Расчет средней скорости роста микроорганизмов проводили по формуле Дж.Перта. Средняя скорость размножения микроорганизмов при (7-8)°С была выше, чем при (4-6)°С, за первые 24 часа инкубации: МАФАНМ – в 4,9 раза, психротрофов – в 2,7 раза; за 48 часов инкубации: МАФАНМ – в 1,4 раза, психротрофов – в 1,2 раза; за 72 часа инкубации: МАФАНМ – в 1,2 раза, психротрофов – в 0,9 раз. В процессе низкотемпературного хранения изменяется соотношение между психротрофными и мезофильными микроорганизмами, в пользу первых. При более низких температурах (4-6)°С это соотношение увеличивается по сравнению с более высокими (7-8)°С. Хранение молока, незначительно обсемененного психротрофами, в течение 48 часов при (4-6)°С сопровождалось нарастанием их количества до $(1,6 \cdot 10^6 \text{ к.о.е./см}^3)$, а при (7-8)°С уже после 24-х часов эта цифра составляла $(2,9 \cdot 10^6 \text{ к.о.е./см}^3)$.

Выполненный цикл исследований позволил установить зависимость конечного содержания психротрофных микроорганизмов (Y) от начального обсеменения молока данными видами (X₁), температуры (X₂) и длительности хранения (X₃). Модель значима и представлена следующим уравнением:

$$Y = 2 + 0,38 \cdot X_1 + 0,025 \cdot X_2 + 0,22 \cdot X_3. \quad (1)$$

Таким образом, периодом возможного развития психротрофных микроорганизмов можно считать этап от получения до обработки молока.

Исследование динамики микрофлоры в технологическом процессе производства сгущенного молока с сахаром

Продукт вырабатывали из молока с разным уровнем начального бактериального обсеменения. В дополнение к показателям, регламентируемым стандартами и инструкциями, определяли формы азотистых соединений продукта, содержание различных видов микроорганизмов, прогнозировали стойкость его к загустеванию. Все образцы свежеработанного продукта соответствовали требованиям ГОСТ 2903-78 по органолептическим показателям.

Динамика микрофлоры при производстве сгущенного молока с сахаром имеет волнообразный характер. Отмечено увеличение всех видов микроорганизмов при хранении молока до обработки на молочные консервы: кМАФАнМ – в 1,9 раза, психротрофных – в 2,2 раза, осмолюбительных – в 1,23 раза. Несмотря на высокую эффективность тепловой обработки, термостабильные формы психротрофной микрофлоры, в молоке с большим обсеменением сырья данными видами, способны сохраняться после тепловой обработки на уровне 0,04% от кМАФАнМ. Результаты прогнозирования стойкости сгущенного молока с сахаром (по методике «Союзконсервмолоко») приведены в табл.4.

Таблица 4

Стойкость сгущенного молока с сахаром к загустеванию

№ образца	Оптическая плотность фильтрата	Стойкость продукта к загустеванию
1	0,0624±0,015	Продукт нестойкий и при нарушении режимов хранения (0-10) °С, следует ожидать загустевания продукта в течение гарантийного срока хранения
2	0,0791±0,018	
3	0,0504±0,012	
4	0,1035±0,04	Продукт стоек к загустеванию в течение 12 месяцев хранения при температуре от 0 до 10 °С или 6 месяцев без соблюдения температуры (но не выше 30°С).

Образцы 1-4 различались уровнем обсеменения молока микроорганизмами, максимальный – в первом (МАФАНМ – 123600 тыс.к.о.е./см³, психротрофов – 80000 тыс.к.о.е./см³; минимальный – в четвертом (МАФАНМ – 10071 тыс.к.о.е./см³, психротрофов – 2260 тыс.к.о.е./см³).

Установлено, что с увеличением в исходном сырье микроорганизмов снижается стойкость к загустеванию продукта, выработанного из этого сырья.

В образцах, выработанных из молока с повышенным содержанием микроорганизмов, отмечено некоторое увеличение пептидной фракции, что в процессе хранения может повлиять на вкус продукта.

Изучение влияния различных факторов на стойкость в хранении сгущенного молока с сахаром и установление границы риска по содержанию психротрофных микроорганизмов в сыром молоке, предназначенном для выработки продукта

Выполненный цикл исследований позволил установить динамику микрофлоры (кМАФАНМ, осмотолерантной, психротрофной) в процессе хранения сгущенного молока с сахаром в различных температурных режимах (6-7) °С и (20-25) °С в течение 6 месяцев. Исходя из экспериментальных данных, динамика всех видов микроорганизмов соответствует стандартной модели развития с четырьмя фазами: log, lag, стационарной и фазой отмирания. В табл.5 приведена скорость развития микроорганизмов в зависимости от температурных режимов хранения.

Таблица 5

Скорость развития микроорганизмов в сгущенном молоке с сахаром в зависимости от температурных режимов хранения

Время хранения, мес.	Средняя скорость развития микроорганизмов, 1/мес.					
	Хранение при (20-25)°С			Хранение при (6-7)°С		
	МАФАНМ	Психротро фные	Осмотоле- рантные	МАФАНМ	Психротро фные	Осмотоле- рантные
1	0,186	0,069	0,023	0,095	0,176	0,012
2	0,142	0,009	0,024	0,072	0,067	0,006
3	0,031	0,007	0,017	0,045	0,021	0,005
4	-0,145	0,009	0,0003	-0,026	0,007	0,009
5	-0,063	0,004	-0,0209	-0,012	0,002	0,002
6	-0,003	-0,012	-0,359	-0,026	-0,0002	-0,051

Отмечены нежелательные изменения вкуса и запаха продуктов, выработанных из молока с повышенным содержанием микроорганизмов и появление после шестимесячного хранения нечистого, сырного вкуса, слабой горечи при всех температурных режимах хранения.

В исследуемом факторном пространстве была получена модель зависимости органолептической оценки продукта (X) от начального обсеменения сырого молока психротрофными микроорганизмами (x_1) при различных температурных режимах хранения.

Для нерегулируемой температуры (20-25)°C модель представлена следующим уравнением:

$$X = 14,57 - 0,67 \cdot x_1, \text{ (коэффициент корреляции } R = -0,88). \quad (2)$$

Для холодильного хранения:

$$X = 13,28 - 0,58 \cdot x_1, \text{ (коэффициент корреляции } R = -0,89). \quad (3)$$

Полученные модели значимы и достаточно адекватно описывают процесс зависимости органолептической оценки от содержания психротрофных микроорганизмов. Модели могут быть приняты в качестве основы расчета критических значений содержания данных видов микроорганизмов в сыром молоке для производства молочных консервов. Установлено, что при содержании в сыром молоке, направляемом на производство сгущенного молока с сахаром, психротрофов в количестве $8 \cdot 10^7$ к.о.е./см³, продукт не соответствует ГОСТ 2903-78 по вкусу и запаху после шестимесячного хранения (нечистый, сырный вкус, слабая горечь, салитый привкус).

*Подтверждение границы риска
по содержанию психротрофных микроорганизмов в сыром молоке
для производства сгущенного молока с сахаром*

На данном этапе исследований проводили выработку продукта из свежего молока (первый образец); из молока, инокулированного *Ps. fluorescens*, в количестве 10^6 в 1 см³ с периодом резервирования 24 ч. (второй образец) и 48ч. (третий образец) при температуре 6°C. Микробиологические показатели сырого молока для выработки сгущенного молока с сахаром приведены в табл.7.

Свежевыработанные продукты соответствовали требованиям ГОСТ 2903-78 по физико-химическим, микробиологическим, органолептическим показателям.

В процессе двенадцатимесячного хранения проводили органолептическую оценку продукта, определяли формы азотистых соединений, выполняли реологические исследования. Отклонение продукта по вкусу и

запаху на шестой месяц хранения отмечено в образцах, выработанных из молока с уровнем психротрофных микроорганизмов $8 \cdot 10^7$ к.о.е./см³ и более. Отмеченные в актах экспертизы нечистый, сырнй вкус, горечь подтверждаются снижением массовой доли белка и увеличением доли небелкового азота. В конце гарантийного срока хранения наблюдается прогорклость и салитый привкус.

Таблица 7

Микробиологические показатели сырого молока

Молоко сырое			Группы микроорганизмов		
	Длительность, ч.	Температура хранения, °С	кМАФАнМ, тыс.к.о.е./см ³	Психротрофные, тыс. к.о.е./см ³	Осмофильные, тыс. к.о.е./см ³
свежее	0	6	500±43	200±47	2±0,2
инокулированное 10 ⁶ к.о.е./см ³ Ps.fluorescens	24	6	98000±490	80900±480	2,8±0,4
инокулированное 10 ⁶ к.о.е./см ³ Ps.fluorescens	48	6	310000±480	285000±430	3,1±0,5

В процессе работы проводили реологические исследования вязкости продуктов, свежесыработанных и хранившихся, в течение 12-ти месяцев. Полученные результаты представлены в табл.8.

Таблица 8

Изменение вязкости образцов продуктов в зависимости от продолжительности хранения

№ образца	Время хранения	Динамическая вязкость, η , Па·с
1	Свежевыработанный продукт	6,2±0,48
2		6,4±0,24
3		6,0±0,48
1	3 месяца	6,8±0,56
2		10,2±0,68
3		11,8±0,34
1	6 месяцев	7,2±0,28
2		15,2±0,46
3		15,9±0,34
1	9 месяцев	7,4±0,48
2		18,6±0,37
3		19,8±0,28
1	12 месяцев	8,6±0,42
2		20,9±0,24
3		22,2±0,42

Как видно из таблицы, через шесть месяцев хранения вязкость образцов продукта, выработанных из молока с содержанием психротрофных микроорганизмов $8 \cdot 10^7$ к.о.е./см³ и более, превышает допустимую по ГОСТ 2903-78.

Таким образом, содержание психротрофов в молоке, направляемом на выработку сгущенного молока с сахаром $8 \cdot 10^7$ к.о.е./см³, является критическим.

Исследование влияния некоторых факторов на загрязненность молока психротрофной микрофлорой

Как следует из первого этапа исследований, молоко, поступающее на молочный завод, имеет высокий уровень обсеменения психротрофной микрофлорой. По литературным данным основной причиной попадания психротрофов в молоко является плохо вымытое оборудование ферм, поэтому исследовали влияние моющих и дезинфицирующих средств, обычно применяемых на фермах, на психротрофную микрофлору. Результаты исследований представлены в табл.9 и 10.

Таблица 9

Влияние хлорной извести на *Ps. fluorescens*

Температура, °С	Выдержка, мин.	Количество <i>Ps. fluorescens</i> , ln к.о.е./см ³	Натуральный логарифм гибели <i>Ps. fluorescens</i>
	0	11,61	1,11
10	1	7,12	4,49
	2	5,52	6,09
	5	3,69	7,92
	1	6,40	5,21
30	2	5,01	6,60
	5	2,30	9,31
	1	2,99	8,62
50	2	2,30	9,31
	5	1,61	10,0

Таблица 10

Сравнительный анализ влияния мощных средств на популяцию *Ps. fluorescens*

Средство	Скорость развития, 1/мин.								
	Выдержка, мин.								
	2,5			5			10		
	Температура, °С								
	10	20	50	10	20	50	10	20	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na ₂ CO ₃	1,56	2,10	5,40	0,4	0,65	1,47	0,29	0,80	0,92
NaOH	4,80	6,10	10	1,14	1,19	2,39	0,80	0,93	1,45
HNO ₃	7,92	10	13,9	1,95	2,45	2,52	1,57	1,71	2,03

Примечание: Na₂CO₃ - раствор кальцинированной соды; NaOH - раствор гидроксида натрия; HNO₃ - раствор азотной кислоты.

По полученным данным с помощью ПЭВМ были построены математические модели в натуральных единицах, которые имеют, соответственно, следующий вид:

для хлорной извести:

$$y = 2,35 + 0,6 \cdot x_1 + 0,72 \cdot x_2 + 0,02 \cdot x_3 . \quad (4)$$

Для кальцинированной соды, гидроксида натрия и азотной кислоты:

$$y_1 = - 0,13 + 2,32 \cdot x_1 + 3,21 \cdot x_2 ; \quad (5)$$

$$y_2 = - 3,04 + 3,1 \cdot x_1 + 1,72 \cdot x_2 ; \quad (6)$$

$$y_3 = - 4,58 + 2,72 \cdot x_1 + 1,52 \cdot x_2 , \quad (7)$$

где: x_1 – температура моющего раствора, °С; x_2 – экспозиция микроорганизмов, мин.; x_3 – концентрация моющего или дезинфицирующего раствора, % или мг/л; y , y_1 , y_2 , y_3 – ln снижения количества клеток, 1/мин.

Исходя из полученных уравнений, можно сделать заключение, что на бактерицидный эффект хлорной извести наибольшее влияние оказывает концентрация активного хлора. В случае отклонения ее от нормативного показателя, эффект дезинфекции снижается в несколько раз, что приводит к загрязнению оборудования и молока психротрофной микрофлорой. Соблюдение требований режимов мойки, рекомендованных инструкцией, обеспечивает подавление данных видов микрофлоры.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что микрофлора сырого молока, получаемая в Вологодском районе, содержала: МАФАНМ (от $4,8 \cdot 10^4$ до $1,8 \cdot 10^8$ к.о.е./см³; психротрофов (от $8,6 \cdot 10^3$ до $9,2 \cdot 10^7$ к.о.е./см³); осмоотолерантных (от $1,1 \cdot 10^3$ до $7,3 \cdot 10^4$ к.о.е./см³). Доля психротрофов от уровня МАФАНМ колебалась от 16 до 55%. Наибольшее их количество отмечено в осенне-летний период года.
2. Выявлена тесная корреляционная связь между содержанием мезофильных, психротрофных и осмоотолерантных микроорганизмов в сыром молоке. Установлено, что молоко, соответствующее первому классу по редуктазной пробе, может содержать в 1 см³ до $1,8 \cdot 10^8$ к.о.е. МАФАНМ и $9,2 \cdot 10^7$ к.о.е. психротрофных микроорганизмов.
3. Моделированы условия хранения молока от получения до обработки. Получена линейная модель, прогнозирующая конечное содержание психротрофов в зависимости от начального обсеменения молока данными видами, температурного фактора и длительности хранения.
4. Изучена динамика микрофлоры в технологическом процессе производства сгущенного молока с сахаром. В образцах, выработанных из молока с повышенным содержанием микроорганизмов, отмечено некоторое увеличение пептидной фракции, что может повлиять на вкус продукта в процессе хранения. Определено, что с увеличением в исходном сырье микроорганизмов стойкость к загустеванию продукта снижается. Влияние уровня бактериального обсеменения (в исследуемом факторном

пространстве) на органолептические показатели свежеработанного продукта не выявлены.

5. Установлено, что, несмотря на высокую эффективность тепловой обработки, термостабильные формы психротрофной микрофлоры могут сохраняться в единичных колониях после тепловой обработки.
6. Получены адекватные модели органолептической оценки продукта шестимесячного хранения от количества МАФАНМ, психротрофных и осмотолерантных микроорганизмов сырого молока.
7. Исходя из математической модели, установлена и модельными опытами подтверждена граница риска по содержанию психротрофных микроорганизмов в молоке, направляемом на выработку сгущенного молока с сахаром ($8 \cdot 10^7$ к.о.е./см³). Содержание данных видов микроорганизмов в молоке, направляемом на выработку продукта в количестве, соответствующем или превышающем границу риска, вызывает ухудшение органолептических показателей после 3-х месячного хранения. После 6-ти месяцев продукт не соответствует требованиям ГОСТ 2903-78 по органолептическим показателям.
8. Исследовано бактерицидное действие ряда моющих и дезинфицирующих средств на психротрофную микрофлору. Полученные уравнения подтвердили, что соблюдение требований режимов мойки и дезинфекции, рекомендованных инструкцией, обеспечивают подавление психротрофных микроорганизмов.
9. Планируемый экономический эффект от выработки сгущенного молока с сахаром условно высшего сорта в 1997 году на УОЗ ВГМХА составил 876060 рублей.
10. Предложен проект дополнений в инструкцию по микробиологическому контролю на предприятиях молочной промышленности по определению психротрофных микроорганизмов в сыром молоке, предназначенном для выработки сгущенных молочных консервов.

ПЕРЕЧЕНЬ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кузнецов М.А., Кузнецова Ж.Ю. Приспособление для хранения и нагрева моющих растворов при их эффективном использовании // Информационный листок № 159-95. УДК 617.125:661.185.004.18 Серия Р. 65.63. Вологодский центр научно-технической информации. – Вологда, 1995.
2. Кузнецова Ж.Ю., Буйлова Л.А. Динамика микрофлоры при производстве сгущенного молока с сахаром // Сборник научных трудов: Актуальные проблемы производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – Вологда-Молочное, 1998. – С.209-212.

3. Кузнецова Ж.Ю., Буйлова Л.А. О психротрофной микрофлоре сырого молока // Совершенствование технологических процессов производства молочных продуктов. – Вологда-Молочное, 1997.– С.20.
4. Кузин А.А., Березина О.Н., Кузнецова Ж.Ю. Влияние хлорной извести на психротрофную микрофлору // Болезни сельскохозяйственных животных. – Вологда-Молочное, 1998. – С.86-87.
5. Кузин А.А., Гудков А.В., Кузнецова Ж.Ю., Березина О.Н. Влияние моющих средств на психротрофную микрофлору // Болезни сельскохозяйственных животных. – Вологда-Молочное, 1998. – С.83-86.
6. Кузнецова Ж.Ю., Буйлова Л.А. Исследование динамики психротрофной микрофлоры в процессе хранения молока до обработки // Первая областная межвузовская конференция. Материалы конференции. Том 2.– Вологда, 2000. – С.55.