

*Т.В. Рудакова*

*Институт продовольственных ресурсов НААН, Киев, Украина*

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ УЛЬТРАВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

*Проведены сравнительные исследования влияния режимов ультравысокотемпературной (УВТ) обработки молока на ход ферментативных процессов, происходящих под действием мезофильных и термофильных заквасочных препаратов, а также структурно-механические свойства, изменения минерального состава (в частности, содержание кальция) и получены новые данные относительно зависимости показателей качества ферментированных молочных продуктов от технологических режимов производства.*

**Введение.** В процессе производства ферментированных молочных продуктов тепловая обработка молока является первым и обязательным этапом их производства. При тепловой обработке в плазме молока нарушается соотношение форм фосфатов кальция: часть гидрофосфатов и дигидрофосфатов кальция, которая находится в ионно-молекулярной форме, переходит в трудно растворимый фосфат кальция [1]. Созданный фосфат кальция в виде коллоидов осаждается на поверхности казеиновых мицелл и происходит необратимая минерализация ККФК [2]. При этом изменения составных частей молока (белков, минеральных солей и других компонентов) во время нагревания влияют на коагуляцию и свойства кисломолочных сгустков в процессе производства ферментированных молочных продуктов [3]. Согласно данным [4], молочнокислые бактерии активнее развиваются в стерилизованном молоке, медленнее – в молоке, подвергнутом обработке при низких температурах (55-60 °С). Исходя из состояния сырьевой базы Украины, традиционные режимы пастеризации не всегда обеспечивают надлежащий уровень остаточной микрофлоры в молоке. Поэтому в последнее время все более распространенным является применение повышенных режимов тепловой обработки молока для обеспечения высокого качества и безопасности при употреблении молочных продуктов.

*Целью работы* было исследовать влияние УВТ обработки молока на ход ферментативного процесса, содержание кальция и золы, вязкость, влагоудерживающую способность в кисломолочных сгустках после сквашивания мезофильными и термофильными культурами.

**Материалы и методика исследований.** Сырое сборное молоко фильтровали, сепарировали (для получения обезжиренного молока), гомогенизировали (цельное молоко) и поддавали тепловой обработке. В исследуемых вариантах молоко обрабатывали при температуре  $125\pm 1$  °С с выдержкой 3-5 с и  $135\pm 1$  °С – 3-5 с пароконтактным способом на малогабаритной установке ВТИС фирмы “Альфа-Лаваль”. Контрольными принимали режимы обработки: температура –  $95\pm 1$  °С, выдержка – 5-10 мин. Гомогенизацию молока проводили при температуре  $60\pm 2$  °С под давлением  $150\pm 50$  атм.

Исследуемое и контрольное молоко заквашивали препаратами прямого внесения мезофильных и термофильных культур из расчета внесения дозы препарата в количестве 5 г на тонну молока. Температура культивирования мезофильных культур составила 27-29 °С, термофильных – 37-38 °С. Продолжительность сквашивания молока мезофильными культурами составила 10-12 ч, термофильными – 8-10 ч

Ферментированные сгустки выдерживали в холодильной камере при температуре  $4\pm 2$  °С в течение 4-6 ч, после чего перемешивали и определяли показатели качества готового продукта.

Об интенсивности ферментативного процесса судили по динамике нарастания кислотности и электропроводности в начале и в процессе сквашивания, в готовом продукте.

Титруемую кислотность ферментированных сгустков определяли титриметрическим методом [5], электропроводность – кондуктометрическим методом с использованием микропроцессорного портативного многодиапазонного кондуктометра HI 9033, содержание золы – методом сжигания навески в муфельной печи при температуре (400...500) °С, содержание кальция – комплекснометрическим методом (согласно А. Дуденкова) [6], динамическую вязкость – на ротационном вискозиметре «Реотест-2» с использованием измерительного цилиндрического устройства S, влагоудерживающую способность (ВУС) – методом центрифугирования по методике ВНИМИ [7].

Полученные результаты статистически обрабатывали. Повторность исследований трехкратная.

**Результаты исследований.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что изменения режимов тепловой обработки

определенной мерой отображаются на протекании ферментативных процессах сквашивания молока молочнокислой микрофлорой. Так, более интенсивное кислотообразование отмечено в исследуемых образцах цельного молока для обоих видов заквасочных препаратов, где температура тепловой обработки молока была 125 °С (рис. 1-4). Наименьшими значениями электропроводности отличаются ферментированные сгустки из молока, обработанного при температуре 95 °С. При этом до сквашивания значения электропроводности обезжиренного молока, обработанного при разных температурах, были на одном уровне – 5,14...5,20 мС/см (рис. 3 и 4). Наибольшие значения электропроводности имели ферментированные сгустки, полученные из цельного молока, обработанного при температуре 125 °С (рис. 1 и 2). Как видно из рис. 1 и 2 значения титруемой кислотности ферментированных сгустков с термофильными культурами, полученных из цельного молока (после 6...8-ми часов ферментации) выше, чем из обезжиренного. Необходимо отметить, что значения электропроводности ферментированных сгустков из цельного молока с мезофильными культурами выше, чем с термофильными культурами, а в случае применения обезжиренного молока – ниже.

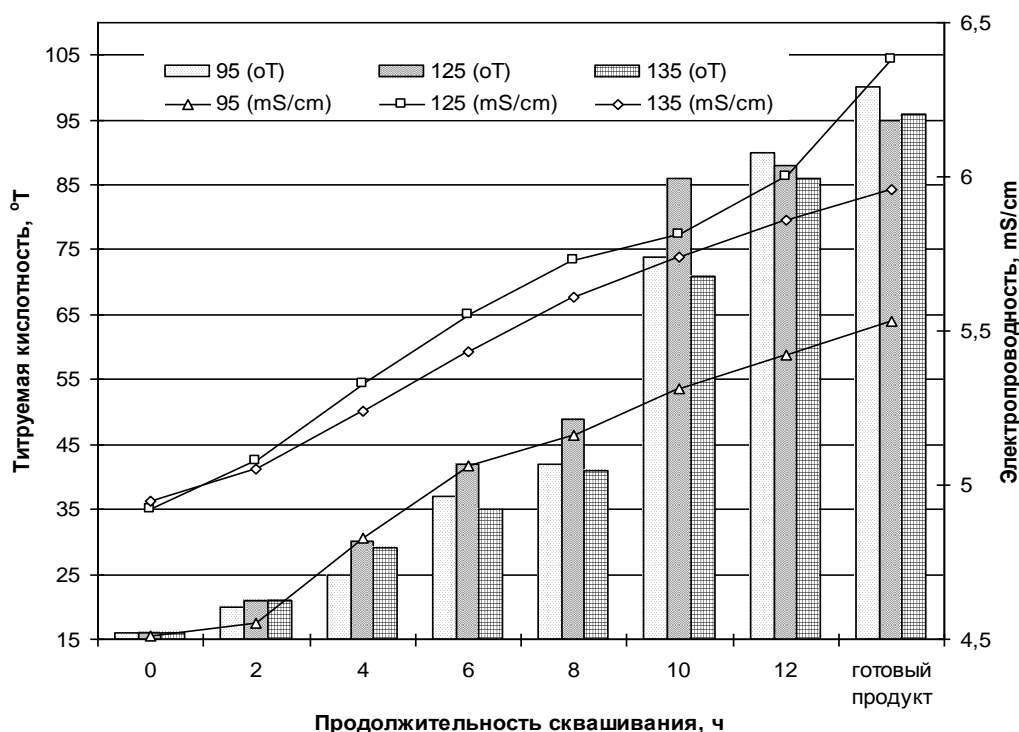


Рисунок 1 – Динамика нарастания титруемой кислотности и электропроводности в процессе сквашивания мезофильными культурами цельного молока, обработанного при разных режимах

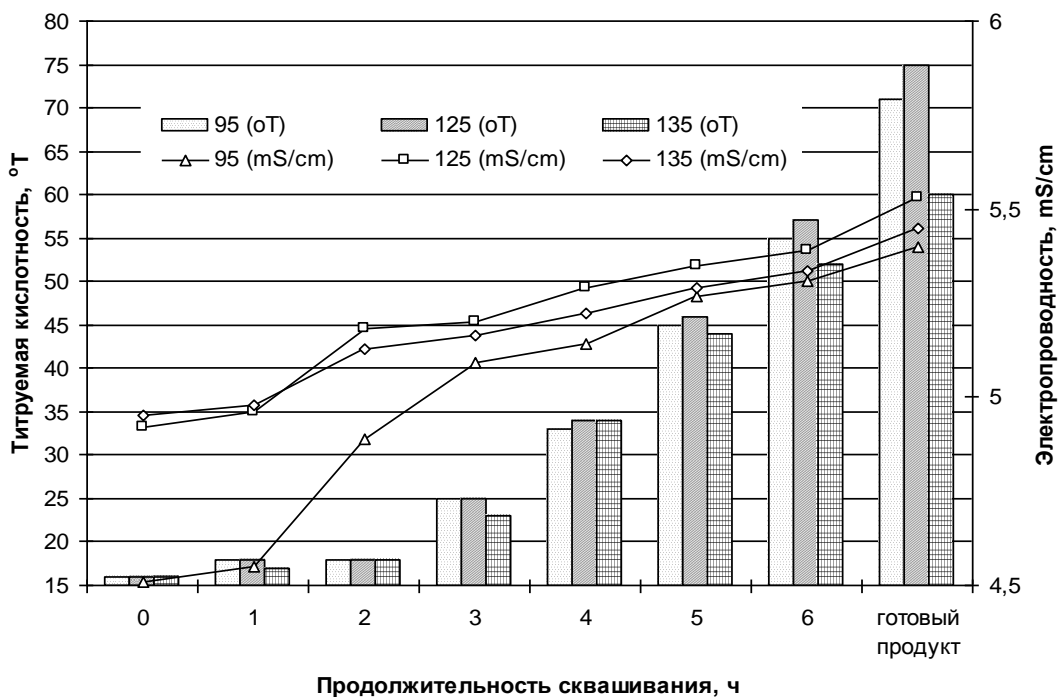


Рисунок 2 – Динамика нарастания титруемой кислотности и электропроводности в процессе сквашивания термофильными культурами цельного молока, обработанного при разных режимах

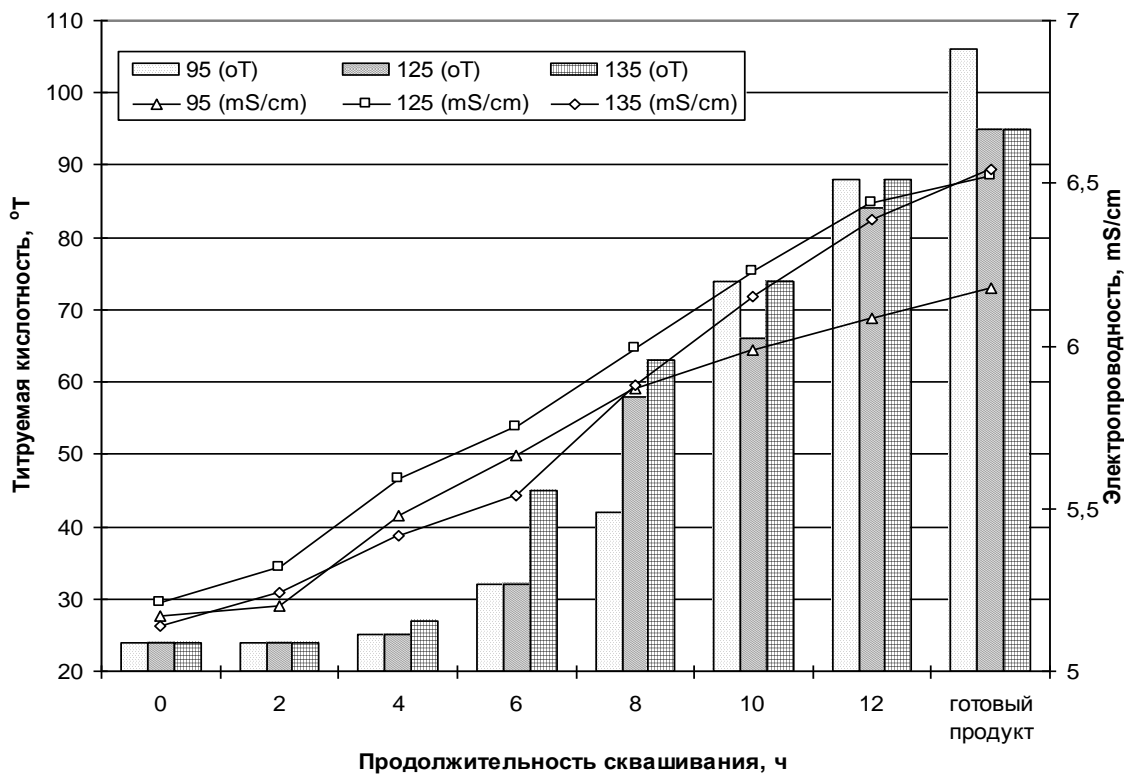


Рисунок 3 – Динамика нарастания титруемой кислотности и электропроводности в процессе сквашивания мезофильными культурами обезжиренного молока, обработанного при разных режимах

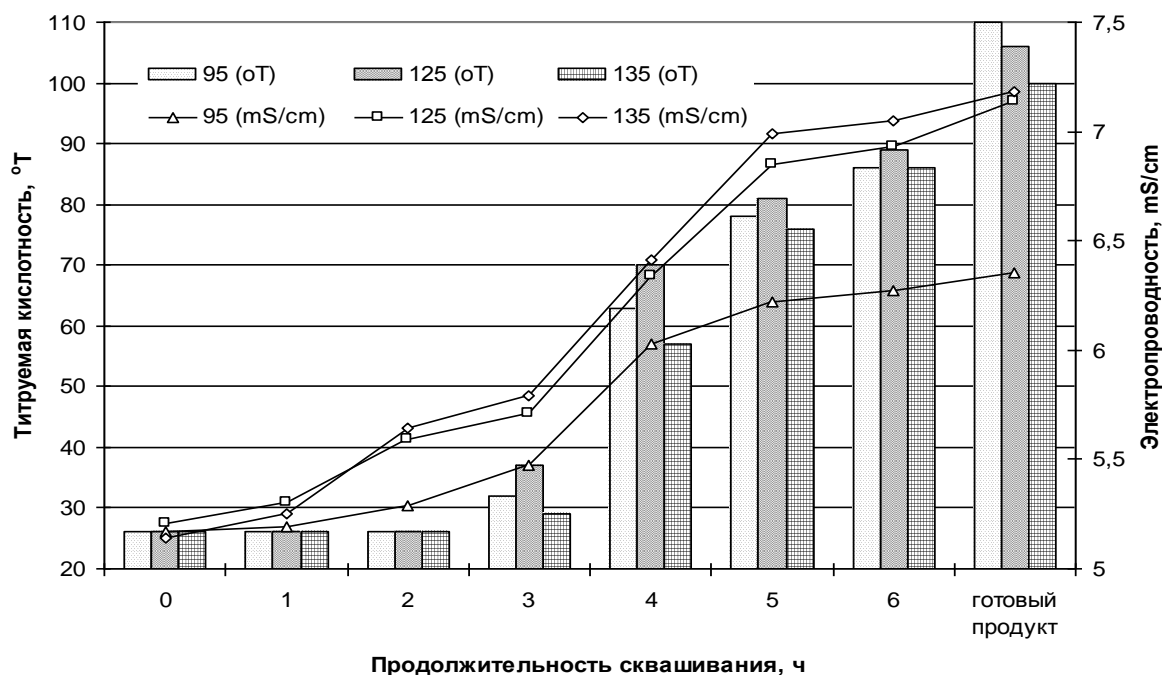


Рисунок 4 – Динамика нарастания титруемой кислотности и электропроводности в процессе сквашивания термофильными культурами обезжиренного молока, обработанного при разных режимах

Отмечено, что интенсивное кислотообразование ферментированных сгустков с мезофильными культурами происходит после 4-го часа ферментации, с термофильными культурами – после 2-го часа (рис. 1-4). Возможно, позитивное влияние тепловой обработки молока на развитие молочнокислых бактерий обусловлено снижением окислительно-восстановительного потенциала, разрушением термолабильных ингибиторов, денатурацией сывороточных белков, частичным гидролизом белковых молекул с образованием пептидов, свободных аминокислот и других соединений.

Результаты исследований относительно содержания кальция и золы в молоке до сквашивания и ферментированных сгустках из обезжиренного молока мезофильными культурами и термофильными представлены в таблице 1, из цельного молока – в таблице 2.

Таблица 1 – Показатели изменений минерального состава ферментированных сгустков в зависимости от режимов тепловой обработки обезжиренного молока

Режим тепловой обработки	Ферментированные сгустки мезофильных культур		Ферментированные сгустки термофильных культур	
	Массовая доля кальция, мг%	Массовая доля золы, %	Массовая доля кальция, мг%	Массовая доля золы, %
Сырое молоко не заквашенное	116,1	0,77	116,1	0,77
95 °С (контроль)	115,5/116,5	0,77	113,0/114,2	0,77
125 °С	102,4/103,1	0,76	102,2/103,5	0,76
135 °С	118,4/119,2	0,76	118,2/120,0	0,77

\* Примечание. В числителе представлены данные для молока до сквашивания; в знаменателе – после сквашивания.

Таблица 2 – Показатели изменений минерального состава ферментированных сгустков в зависимости от режимов тепловой обработки цельного молока

Режим тепловой обработки	Ферментированные сгустки мезофильных культур		Ферментированные сгустки термофильных культур	
	Массовая доля кальция, мг%	Массовая доля золы, %	Массовая доля кальция, мг%	Массовая доля кальция, мг%
Сырое молоко не заквашенное	106,7	0,70	106,7	0,70
95 °С (контроль)	103,0/104,2	0,70	103,0/103,9	0,69
125 °С	102,0/103,2	0,69	100,8/102,0	0,69
135 °С	99,0/101,2	0,70	99,1/100,8	0,69

\* Примечание. В числителе представлены данные для молока до сквашивания; в знаменателе – после сквашивания.

Анализируя данные таблиц 1 и 2 установлено, что содержание кальция после термообработки молока снижается, после сквашивания – повышается. Так, в обезжиренном молоке, обработанном при температуре 95 °С, содержание кальция снижается в среднем на 1,5 % по сравнению с сырым молоком (табл. 1), в цельном молоке – в среднем на 2,5 % (табл. 2). Обработка обезжиренного и цельного молока при температуре 125 °С приводит к потерям кальция на 12 % и 4 % по сравнению с сырым молоком независимо от вида заквасочной культуры. Содержание золы в ферментированных сгустках из молока, обработанного при температуре 125 °С, снижается на 1,3 % (табл. 1 и 2).

Изменения коллоидно-дисперсной фазы, которые происходят на этапе тепловой обработки молока, отображаются и на структурно-механических свойствах ферментированных сгустков (табл. 3 и 4).

Таблица 3 – Влагоудерживающая способность и динамическая вязкость ферментированных сгустков в зависимости от режимов тепловой обработки обезжиренного молока

Режим тепловой обработки	Ферментированные сгустки мезофильных культур		Ферментированные сгустки термофильных культур	
	ВУС, %	Динамическая вязкость, спз	ВУС, %	Динамическая вязкость, спз
95 °С (контроль)	80	69,64	95	178,47
125 °С	70	26,46	75	42,22
135 °С	80	27,24	77	47,81

Таблица 4 – Влагоудерживающая способность и динамическая вязкость ферментированных сгустков в зависимости от режимов тепловой обработки цельного молока

Режим тепловой обработки	Ферментированные сгустки мезофильных культур		Ферментированные сгустки термофильных культур	
	ВУС, %	Динамическая вязкость, спз	ВУС, %	Динамическая вязкость, спз
95 °С (контроль)	99	80,13	100	114,03
125 °С	99	35,15	90	68,28
135 °С	98	40,05	80	54,14

Из данных, представленных в таблице 3 и 4, установлено, что ВУС ферментированных сгустков, полученных из цельного молока, выше, чем из обезжиренного молока. Также необходимо отметить, что ВУС ферментированных сгустков с термофильными культурами, полученных из цельного молока, обработанного при температурах выше 100 °С, ниже в среднем на 14 % по сравнению с мезофильными культурами (табл.4). Такая закономерность объясняется, вероятно, увеличением денатурации сывороточных белков и образованием комплексов денатурированных сывороточных белков с мицеллами казеина, вследствие чего создаются сгустки, которые способны удерживать отделение сыворотки благодаря высоким гидрофильным способностям сывороточных белков. Высокими показателями вязкости отмечены контрольные образцы. При этом показатели вязкости ферментированных сгустков с термофильными культурами были выше, чем с мезофильными от 1,5 до 5 раз, в зависимости от режимов тепловой обработки молока.

**Вывод.** Установлено, что нарастание титруемой кислотности во время сквашивания совпадает с увеличением значений электропроводности среды, что позволяет адекватно осуществлять контролирование процесса в производственных условиях. Ферментированное мезофильными культурами цельное молоко

характеризуется наибольшей электропроводностью, чем соответствующие образцы цельного молока, ферментированные термофильными культурами, в обезжиренном молоке электропроводность была ниже. Наибольшие потери кальция и минеральных веществ происходят после обработки цельного молока при температуре 125 °С, наименьшие – обезжиренного молока при температуре 95 °С. Показана одинаковая тенденция изменений содержания кальция в ферментированных сгустках, как с термофильными, так и с мезофильными культурами. Структурно-механические показатели ферментированных сгустков в большей мере зависят от вида молока и заквасочной культуры, чем от режимов тепловой обработки молока.

### Литература

1. Горбатова, К.К. Химия и физика белков молока / К.К. Горбатова – М.: Колос, 1993. – 192 с.
2. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел // Пищевая промышленность. – М.:, 1979. – 622 с.
3. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова // Легкая и пищевая промышленность. – М., 1984. – 344 с.
4. Королёва, Н.С. Техническая микробиология цельномолочных продуктов / Н.С. Королёва // Пищевая промышленность. – М.: 1975. – 271 с.
5. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Методы определения кислотности.
6. Инихов, Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио // Пищевая промышленность. – М.: 1971. – С.132 – 133.
7. Методы исследования молока и молочных продуктов // под общей редакцией А.М. Шалыгиной. - М.: Колос, 2000. – 368 с.



*T.V. Rudakova*

## **INFLUENCE OF PROCESSING UHT MILK ON THE QUALITY OF FERMENTED DAIRY PRODUCTS**

### **Summary**

A comparative study on the effect of ultra-high (uht) treatment of milk on the course of enzymatic processes occurring under the action of mesophilic and thermophilic starter drugs, as well as structural and mechanical properties, changes in the mineral composition (in particular, the calcium content) and new data concerning the dependence of quality indicators fermented dairy products on technological modes of production.