

## **Влияние некоторых физических методов обработки молока на изменение его микробной обсеменённости**

*Е.Ю. Исайкина, к.б.н., Оренбургский ГАУ*

Основой конкурентоспособности пищевых, в том числе молочных, продуктов наряду с вкусовыми свойствами и товарным видом является их сохранность в течение длительного времени. Для производства молочных продуктов длительного хранения необходимо прежде всего высококачественное сырьё. Проблема так называемого «сырого» или «заготавливаемого» молока, как известно, в первую очередь решается снижением его микробиологической загрязнённости до технологической обработки. Практически основные технологические операции — очист-

ка от механических примесей и инактивация микрофлоры реализуются на практике путём фильтрации или центрифугирования, а также тепловой обработки (термизации и пастеризации) [1].

Уменьшение количества остаточной микрофлоры в молоке тесно связано с повышением температуры пастеризации. Следовательно, с точки зрения влияния на микрофлору желательным является ужесточение температурного режима обработки молока. Но, с другой стороны, широко известно, что повышение температуры тепловой обработки вызывает глубокие изменения в коллоидной системе молока [2].

Определённое практическое значение приобретает бактофугирование, обеспечивающее удаление из молока-сырья значительной части нежелательной микрофлоры. Интерес представляют мембранные методы – микрофльтрация, сорбция-десорбция и др. Хорошие результаты даёт охлаждение молока в проточном теплообменнике сразу после выдаивания. В настоящее время исследователи многих стран работают над созданием нетермических технологий сохранения пищевых, в том числе молочных, продуктов.

Одним из способов увеличения сроков годности пищевых продуктов является использование пищевых добавок – консервантов.

Значительный способ усиления бактерицидных свойств молока и увеличение его сроков хранения заключается во введении в него ионов одновалентного серебра с последующим введением ионов двухвалентной меди и пероксида водорода, концентрация которых не должна превышать предельно допустимый уровень.

В последнее время для снижения бактериальной обсеменённости молока всё чаще используются физические методы. Наиболее разработан метод «холодной» пастеризации с помощью ультрафиолетового излучения, который уничтожает бактерии без нагрева молока. Одновременно облучение молока ультрафиолетом обогащает его витамином Д [3].

Альтернативным считается метод с использованием инфракрасного излучения. При этом традиционный процесс теплового воздействия, при котором пастеризация проходит в течение 2–5 с при 79–84°C, усиливается дополнительно инфракрасным излучением, после чего молоко подаётся на охлаждение. Такая пастеризация в 1800 раз уменьшает количество бактерий, полностью обеспечивает обеззараживание от туберкулёза и бруцеллёза молока начальной температуры 10–35°C и кислотностью не более 21°Т. При этом эффективность пастеризации составляет 99,9%, полностью сохраняются витамины В, С, вкус и качество не ухудшаются.

В настоящее время с целью экономии теплоэнергетических ресурсов и обеспечения технологических условий для обработки молока среди физических методов инактивации посторонней микрофлоры молока определённое место из электромагнитных методов начинает занимать лазерное излучение [4].

Вопросы же по использованию лазерного излучения и ультразвука в целях обработки молока и молочных продуктов совершенно не разработаны. Это касается не столько показаний к применению лазерного излучения различной длины волн и определения наиболее эффективной экспозиции их воздействия, но выработки показаний к использованию молока-сырья,

получаемого в зависимости от воздействия различных факторов.

Известно, что бактерицидное действие ультразвука зависит от его интенсивности и кавитации. При высокой интенсивности звука распад бактериальной клетки происходит быстро. Под действием ультразвука быстро погибают грамположительные и грамотрицательные аэробные и анаэробные бактерии, в т.ч и патогенные.

В связи с этим целью нашей работы было определение технологического регламента использования лазерного излучения и обработки ультразвуком молока для увеличения срока его хранения.

Задачи исследования:

1. Изучить в сравнительном аспекте влияние лазерного облучения и ультразвука на продолжительность хранения свежесвыдоенного ( $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) и охлаждённого ( $t = 10 \pm 2^\circ\text{C}$ ) молока.

2. Показать динамику (изменения) количественного и качественного состава микрофлоры обработанного лазером молока в процессе его хранения при разных режимах и при сравнении с исходным продуктом.

**Материалы и методы.** В работе использовали лазер ЛГ-209 (длина волны 632,8 нм, мощность 2 мВт). Ультразвуковую обработку образцов проводили с помощью источника ультразвука «Ретона» (частота 100 кГц), время обработки составило 2 мин.

Основным показателем сохранения свежести молока в процессе хранения, как известно, является титруемая кислотность, которая в норме составляет 16–18°Т.

Повышение кислотности сверх этой нормы свидетельствует об окончании бактерицидной фазы молока и размножении в нём молочнокислых бактерий, сбрасывающих углеводы с образованием молочной кислоты, которая и повышает общую титруемую кислотность продукта.

При охлаждении происходит и изменение самой микрофлоры сырого молока: замедляется рост мезофильной и термофильной микрофлоры и начинают преобладать психрофильные бактерии, развивающиеся при температуре от 5 до 15°C.

В процессе работы делались замеры показателей в образцах контрольного, облучённого лазером и обработанного ультразвуком свежего молока, а также при хранении указанных образцов в течение 3, 6 и 12 час. в двух режимах – без охлаждения (при  $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) и охлаждённого продукта ( $t = 8 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

Общую бактериальную обсеменённость молока (КМАФАнМ, КОЕ/г) определяли по редуцтазной пробе в лабораторных условиях. Качественный анализ микрофлоры молока и другие микробиологические исследования проводили в лаборатории кафедры микробиологии аграрного университета.

**Результаты исследований.** Изменение общего количества мезофильных анаэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов КОЕ/г, представлено в таблице 1.

Сразу после выдаивания по содержанию бактерий всё молоко было отнесено ко II классу (от 500 тыс. до 4 млн в 1 г). Через 6 час. хранения охлаждённое молоко было оценено также II классом, в то время как неохлаждённое молоко, в том числе и обработанное лазером, было отнесено к III классу с содержанием бактерий от 4 до 20 млн в 1 г.

Изменение качественного состава микрофлоры средних проб молока за весь период исследований представлено в таблице 2.

В пробах молока, взятых сразу после забора, наблюдались единичные колонии стафилококков, энтеробактерий и аэробных спорообразующих микроорганизмов. Достоверных различий в микробной обсеменённости проб молока, обработанных лазером, ультразвуком, и в контроле не наблюдалось.

Единичные колонии стафилококков, энтеробактерий и аэробных спорообразующих микроорганизмов обнаружены также в пробах молока, взятых через 6 часов. Достоверные различия в микробной обсеменённости проб молока, обработанных лазером, ультразвуком, и в контроле, как и в первом случае, не установлены.

### 1. Изменение КМАФАнМ, КОЕ/г в процессе хранения молока

Продолжительность хранения	Хранение молока без охлаждения ( $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ )		Хранение молока с охлаждением ( $t = 8 \pm 2^\circ\text{C}$ )	
	контроль	с лазерной обработкой	контроль	с лазерной обработкой
После выдаивания	II класс от 500 тыс. до 4 млн	II класс от 500 тыс. до 4 млн	II класс от 500 тыс. до 4 млн	II класс от 500 тыс. до 4 млн
Через 6 час.	III класс 4–20 млн	III класс 4–20 млн	II класс 500 тыс. – 4 млн	II класс 500 тыс. – 4 млн
Через 12 час.	III класс 4–20 млн	III класс 4–20 млн	III класс 4–20 млн	III класс 4–20 млн
Через 24 час.	ниже III класса более 20 млн	ниже III класса более 20 млн	III класс 4–20 млн	III класс 4–20 млн

### 2. Средние показатели проб молока за период исследований

Первый посев молока					
Обработка	стафилококки	сальмонеллы	энтеробактерии	маслянокислые бактерии	аэробные спорообразующие
1	2	3	4	5	6
Лазер	10 кол. $1 \cdot 10^3$	–	6 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	8 кол. $1 \cdot 10^3$
Ультразвук	29 кол. $5 \cdot 10^3$	–	13 кол. $1 \cdot 10^3$	–	7 кол. $1 \cdot 10^3$
Контроль	25 кол. $5 \cdot 10^3$	–	6 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	5 кол. $<1 \cdot 10^3$
Второй посев молока через 6 час.					
тепло					
Лазер	4 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	15 кол. $1 \cdot 10^3$	–	8 кол. $1 \cdot 10^3$
Ультразвук	10 кол. $1 \cdot 10^3$	–	20 кол. $5 \cdot 10^3$	–	6 кол. $1 \cdot 10^3$
Контроль	7 кол. $1 \cdot 10^3$	–	26 кол. $5 \cdot 10^3$	–	5 кол. $<1 \cdot 10^3$
холод					
Лазер	20 кол. $1 \cdot 10^3$	–	9 кол. $1 \cdot 10^3$	–	2 кол. $<1 \cdot 10^3$
Ультразвук	3 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	15 кол. $1 \cdot 10^3$	–	9 кол. $1 \cdot 10^3$
Контроль	19 кол. $1 \cdot 10^3$	–	2 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	6 кол. $1 \cdot 10^3$

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
Третий посев молока через 12 час.					
тепло					
Лазер	7 кол. $1 \cdot 10^3$	–	$5 \cdot 10^5$	–	3 кол. $<1 \cdot 10^3$
Ультразвук	10 кол. $1 \cdot 10^3$	–	$5 \cdot 10^5$	–	8 кол. $1 \cdot 10^3$
Контроль	10 кол. $1 \cdot 10^3$	–	$5 \cdot 10^5$	–	7 кол. $1 \cdot 10^3$
холод					
Лазер	3 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	8 кол. $1 \cdot 10^3$	–	1 кол. $<1 \cdot 10^3$
Ультразвук	6 кол. $1 \cdot 10^3$	–	10 кол. $1 \cdot 10^3$	–	3 кол. $1 \cdot 10^3$
Контроль	10 кол. $1 \cdot 10^3$	–	4 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	7 кол. $1 \cdot 10^3$
Четвёртый посев молока через 24 час.					
тепло					
Лазер	–	–	$5 \cdot 10^6$	–	4 кол. $<1 \cdot 10^3$
Ультразвук	–	–	$5 \cdot 10^6$	–	5 кол. $<1 \cdot 10^3$
Контроль	–	–	$5 \cdot 10^6$	–	2 кол. $<1 \cdot 10^3$
холод					
Лазер	–	–	5 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	3 кол. $<1 \cdot 10^3$
Ультразвук	–	–	11 кол. $1 \cdot 10^3$	–	–
Контроль	–	–	4 кол. $<1 \cdot 10^3$	–	7 кол. $1 \cdot 10^3$

Количество энтеробактерий в пробах молока, взятых через 12 час., выросло до  $5 \cdot 10^5$  КОЕ/мл – пробы стояли при комнатной температуре. По остальным микробным показателям пробы из холодильника и хранящиеся при комнатной температуре достоверно не отличались. Достоверных различий в микробной обсеменённости также не наблюдалось и среди проб молока, обработанных лазерным излучением, ультразвуком, и в контроле.

В пробах молока, посеянных через 24 час., при комнатной температуре продолжался рост энтеробактерий, до  $5 \cdot 10^6$  КОЕ/мл, тогда как в пробе из холодильника наблюдались единичные колонии. Через 24 час. высевались только энтеробактерии и аэробные спорообразующие микроорганизмы. Достоверных различий в микробной обсеменённости между обработанным и необработанным молоком не отмечено.

Таким образом, после проведённых микробиологических исследований проб молока, обра-

ботанных лазерным излучением и ультразвуком, можно сделать вывод об отсутствии достоверных различий в микробной обсеменённости между обследованным обработанным молоком и молоком-контролем.

По нашему мнению, отсутствие достоверных различий между контрольными образцами молока и опытными связано с использованием лазерного излучения и ультразвука недостаточной мощности. Мы полагаем, что для этих целей необходимо использовать лазерное излучение и ультразвук с другими характеристиками.

#### Литература

1. Зобнина З.С. Технологические и технические решения повышения стойкости в хранении молочных продуктов // Молочная промышленность. 2005. № 3. С. 36–43.
2. Стенаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов. 2 изд., перераб., доп. М., 2002. 408 с.
3. Черных Е.А., Юрова Е.А. Влияние ультрафиолета на состав и свойства молока // Молочная промышленность. 2006. № 7. С. 32–34.
4. Христок В.Г. Применение электромагнитного поля для обработки пищевых продуктов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2002. № 11. С. 40–41.