

УДК 637.141

*В.П. Вистовская, С.А. Вахрушева, И.М. Мироненко***Влияние различных коагулянтов и температуры на показатели подсырной сыворотки, полученной термокислотным способом***V.P. Vistovskaya, S.A. Vakhrusheva, I.M. Mironenko***Influence of Various Coagulants and Temperature on the Indicators of the Subcheese Serum Received by the Thermal Acid Way**

Рассматривается влияние различных температур коагуляции и вида органической кислоты на изменение физико-химических показателей сыворотки, полученной термокислотным способом осаждения.

**Ключевые слова:** восстановленное молоко, термокислотная коагуляция, уксусная, лимонная, молочная кислоты.

Недостаток сырьевых ресурсов, сезонность производства молока сказываются на периодичности производства сыров в течение года [1]. Для устранения этого дисбаланса используют восстановленное цельное молоко, а также применяют технологии производства мягких сыров, к которым относится группа термокислотных сыров.

В основе технологии данной группы сыров лежит термокислотная коагуляция молока, т. е. совместное воздействие высоких температур и осадителей (коагулянтов) [2; 3]. В качестве осадителей используют как пищевые, так и не пищевые кислоты [4].

Коагуляцией называется процесс агрегации коллоидных частиц молока. Она бывает скрытой и истинной. При скрытой коагуляции мицеллы связываются друг с другом не всей поверхностью, а только на некоторых ее участках, образуя пространственную мелкоячеистую структуру. При дестабилизации всех или большинства частиц дисперсной фазы гель охватывает весь объем дисперсной среды. Скрытую коагуляцию называют просто коагуляцией, гелеобразованием или свертыванием. Истинная коагуляция заключается в полном слипании коллоидных частиц и выпадении дисперсной фазы в осадок или всплывании. Истинную коагуляцию также именуют осаждением [5, с. 38]. В технологии термокислотных сыров происходит истинная коагуляция (осаждение).

В России в качестве коагулянтов используют пищевые кислоты — соляную, уксусную, молочную, в Италии — лимонную кислоту [6]. В Республике Беларусь в качестве коагулянта применяют кислую творожную сыворотку [7; 8]. Использование пищевых кислот как коагулянтов имеет ряд преимуществ перед сывороткой из-за возможности регулировать их концентрацию и добавлять заранее рассчитанное количество.

Influence of the various temperatures of coagulants and type of organic acid on changes of physical and chemical indicators of the serum, received by the thermal acid way by sedimentation is considered in article.

**Key words:** reconstituted whole milk, thermo-acid coagulation, acetic, citric and lactic acids.

Применение восстановленного молока как источника сырья для производства термокислотных сыров, а также осаждение его белково-жировой фракции пищевыми кислотами изучены еще недостаточно.

Целью исследования являлось изучение влияния различных осадителей на процесс термокислотной коагуляции восстановленного молока.

Данные исследования проводили в лаборатории новых технологий и процессов ГНУ Сибирского НИИ сыроделия Россельхозакадемии Барнаула.

Исследования осуществляли на восстановленном цельном молоке с массовой долей сухих веществ 17%, массовой долей белка — 3,9%, массовой долей жира — 4,5% и активной кислотностью 6,41. Молочным сырьем для восстановления служило сухое цельное молоко, полученное путем распылительной сушки. В качестве осадителей были выбраны лимонная, молочная, уксусная и смесь лимонной и уксусной кислот с концентрацией 15%; доза вносимых коагулянтов — 4,5 на 200 мл восстановленного молока. Выбор дозы коагулянта основывался на физико-химических свойствах белков. Известно, что увеличение концентрации кислоты приводит к снижению значений pH, в результате чего наступает перезарядка белковых частиц и они вновь растворяются, становятся устойчивыми в растворе.

Коагуляцию восстановленного молока проводили при 75, 85 и 95 °С. Исследования показали, что выбранные температурные режимы способствуют более полному осаждению белково-жировой фракции молока [9, с. 60; 10], что подтверждается данными о необратимой денатурации сывороточных белков, начинающейся уже при 65 °С и заканчивающейся при температуре выше 93 °С (для  $\alpha$ -лактальбумина). В этой работе изу-

чали температурный интервал с пошаговым увеличением температуры коагуляции на 10 °С.

При проведении исследований определяли физико-химические показатели восстановленного молока и выделившейся сыворотки. Для восстановленного молока была выявлена титруемая кислотность титриметрическим методом с использованием 0,1 н раствора гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина и массовая доля белка методом формольного титрования. Данный метод основывается на предварительной нейтрализации формалином аминокрупп белка; образующаяся при этом метиленаминокислота оттитровывается 0,1 н раствором гидроксида натрия.

Как для восстановленного молока, так и для сыворотки измеряли активную кислотность с помощью рН-метра Hanna HI 221 и массовую долю жира кислотным методом Гербера.

Как известно, сухие молочные продукты подразумевают предварительное их восстановление. Для восстановления сухого цельного молока (далее СЦМ) использовали водопроводную воду, которую пастеризовали при 85 °С с выдержкой 5 мин и последующим охлаждением до 37 °С, после чего приступали к восстановлению СЦМ. Выдержку восстановленного цельного молока (далее ВЦМ) проводили в течение 3 ч при температуре 37 °С, в процессе выдерживания происходит набухание (гидратация) белков СЦМ [11], после чего ВЦМ нагревали до указанных температурных режимов.

После достижения образцами восстановленного молока заданных температур коагуляции в них вносили исследуемые растворы кислот с последующей выдержкой (на водяной бане) в течение 5 мин. Осажденную белково-жировую фракцию восстановленного молока переносили в перфорированные формы для отделения сыворотки путем самопрессования в течение 2 ч. После окончания процесса самопрессования полученную термокислотную сыворотку охлаждали.

При определении физико-химических показателей сыворотки наблюдали снижение массовой доли жира по мере увеличения температуры коагуляции, причем данная тенденция была характерна для всех видов коагулянтов. Полученные данные согласуются с исследованиями И. А. Смирновой, в которых указывается, что повышенные температуры осаждения дестабилизируют молочный жир, в результате чего он адсорбируется на белковых частицах.

Проведенные исследования показали, что массовая доля жира сыворотки при осаждении молочной и уксусной кислотами при 75 °С составила 0,10 и 0,15%, тогда как повышение температуры коагуляции на 10 и 20 °С позволило снизить потери жира в сыворотку на 0,5%. В результате анализа активной кислотности образцов сыворотки была установлена общая тенденция — при увеличении температуры коагуляции уровень рН сыворотки линейно снижался (рис. 1).

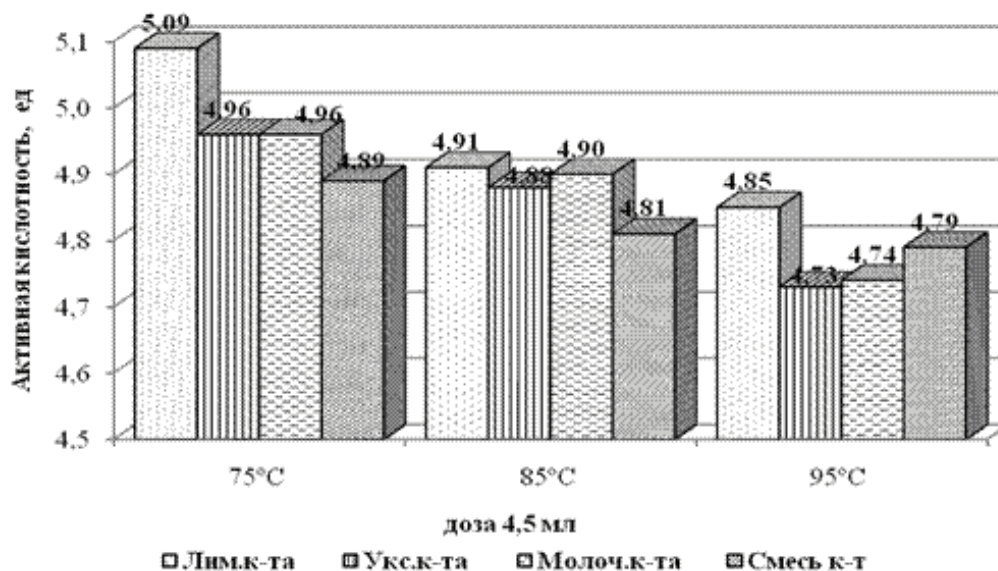


Рис. 1. Влияние вида коагулянта и температурных режимов осаждения на значения активной кислотности сыворотки

Установлено, что температура осаждения 95 °С обеспечила самые низкие значения активной кислотности сыворотки.

В отличие от показателя рН титруемая кислотность учитывает не только свободные, но и связанные ионы водорода.

Из представленных данных следует, что с повышением температуры коагуляции значения титруемой кислотности уменьшаются (рис. 2).

Понижение титруемой кислотности сыворотки может быть обусловлено увеличением количества дигидрофосфата кальция, а также нерастворимого коллоид-

ного фосфата кальция, выделившихся под действием кислоты и высокой температуры из казеинаткальций-фосфатного комплекса молока. Воздействие высокой температуры приводит к образованию нерастворимого коллоидного фосфата кальция, который выпадает в осадок. Воздействие же ионов водорода (кислоты) способствует образованию из нерастворимого коллоидного кальция более растворимых солей (дигидрофосфат) кальция, которые переходят в сыворотку.

Максимальное значение титруемой кислотности (69,25 °Т) сыворотки наблюдалось в результате использования уксусной кислоты при температуре коагуляции 75 °С. В отличие от других коагулянтов, уксусная кислота образует с кальцием растворимую соль (ацетат кальция), которая переходит в сыворотку.

Минимальными средними значениями титруемой кислотности (48,67 и 50,00 °Т) характеризовались образцы сыворотки, полученные осаждением молочной и лимонной кислотами при 85 и 95 °С. Это объясняется тем, что при температурной обработке (85 и 95 °С) степень перехода белков в сыворотку минимальна.

Проведенные исследования показали, что на степень использования молочного жира влияют температура коагуляции и вид осадителя. Наибольшие потери молочного жира наблюдались при температуре 75 °С и применении уксусной кислоты.

Наиболее низкие значения активной кислотности сыворотки получены при температуре коагуляции 95 °С и использовании в качестве коагулянтов уксусной и молочной кислот. Выявлено наиболее резкое снижение рН при повышении температуры коагуляции с 85 до 95 °С (за исключением лимонной кислоты).

Установлено, что во всем диапазоне исследуемых температур коагуляции максимальные значения титруемой кислотности сыворотки наблюдались при использовании уксусной кислоты, а минимальные значения зафиксированы при температурах коагуляции 75 и 85 °С при использовании молочной кислоты. Наименьшее влияние вида кислоты на показатель титруемой кислотности отмечено при температуре коагуляции 95 °С.

Перечисленное выше показывает, что коагуляция при 75 °С характеризуется наименьшими процессами дестабилизации, в результате чего сывороточные белки не оседают на мицелле казеина и переходят в сыворотку, тогда как увеличение температуры с 85 до 95 °С повышает степень перехода в белково-жировой концентрат сывороточных белков и молочного жира. Максимальному осаждению казеина способствует высокая ионная сила уксусной, молочной и смеси кислот (в отличие от лимонной кислоты).

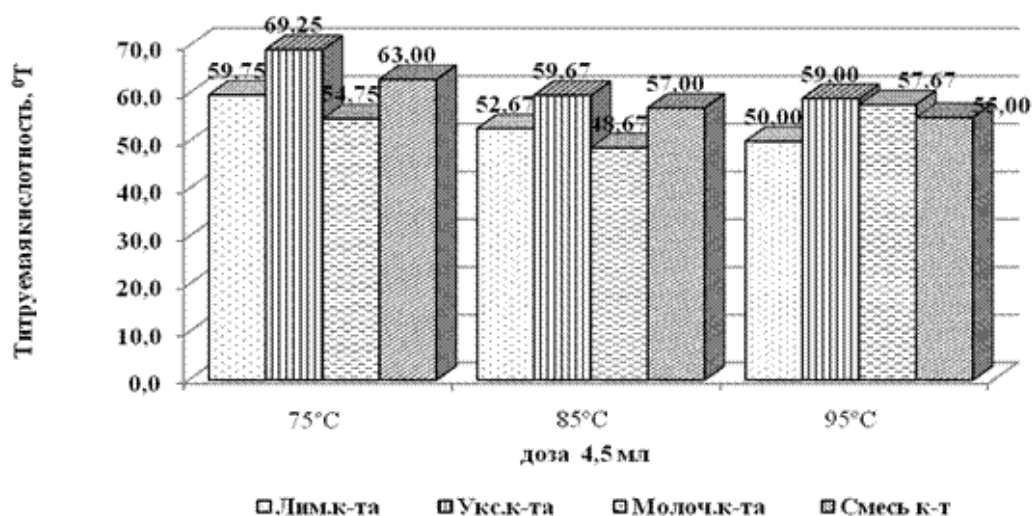


Рис. 2. Влияние вида коагулянта и температурных режимов осаждения на титруемую кислотность сыворотки

### Библиографический список

1. Лепилкина О.В., Остроухов Д.В. Сыропригодные свойства сухого молока // Сыроделие и маслоделие. — 2011. — №3.

2. Смирнова И.А., Игнатъева А.В. Термокислотный сыр со сложной жировой основой // Сыроделие и маслоделие. — 2004. — №6.

3. Щетинин М. П., Себекина А. Ю. Мягкий сыр «Кумир» // Сыроделие и маслоделие. — 2007. — № 6.
4. Смирнова И. А., Курочкина И. А. Способ производства кисломолочного сыра на основе творога // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов. — Кемерово, 2001. — № 2.
5. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. — М., 2003.
6. Голубева Л. В., Неруцких К. К., Ковалев В. А. Мягкий сыр «Рикотта-Де Лючия» // Сыроделие и маслоделие. — 2006. — № 3.
7. Голубева Л. В., Авакинян А. Б., Ключникова Д. В., Пирогова О. В., Тарасова А. Ю. Восстановление сухого обезжиренного быстрорастворимого молока для производства сыров // Сыроделие и маслоделие. — 2011. — № 4.
8. Шингарева Т. И., Глушаков М. А., Осинцев А. М. Исследование устойчивости коллоидной системы белков молока при термокислотной коагуляции // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2012. — № 4.
9. Смирнова И. А. Исследование закономерностей формирования сыров с термокислотной коагуляцией. — Кемерово, 2001.
10. Шингарева Т. И., Купцова О. И. Влияние сыворотки — коагулянта на выход и качество термокислотного сыра // Сыроделие и маслоделие. — 2006. — № 5.
11. Липатов Н. Н., Тарасов К. И. Восстановленное молоко (теория и практика производства восстановленных молочных продуктов). — М., 1985.