

## Характер развития микроорганизмов молочной закваски при термостатном и резервуарном методах приготовления кефира 2,5 %-ной жирности

Лебедева Е.А., Искаков З.

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

Мақалада 2,5% майлылығы бар айран ұйтудың термостаттық және резервуарлық дайындау тәсілдері жайлы айтылған. Ұйытқыдағы микроорганизмдердің құрамындағы хош иісті стрептококктың дамуына резервуарлық тәсілдегі сүтте жақсы жағдай болғандықтан, одан қоймалжындығы біркелкі, қажетті қышқылдықта, дәмді, хош иісті айран дайындалатыны дәлелденген.

In this article kefir of 2,5 % fat the technology of ferment by thermostate and reservuare methods is considered. Structure of ferment microorganisms is include a streptococci. Optimum conditions for their development are available in milk at reservuare method. In this time kefir had the homogeneous consistence. It had freshening and pleasant on taste. This article describes the character of the development of microorganisms of diary ferment at the thermostat and tank methods of making 2,5 % fat content.

В настоящее время современные технологии позволяют легче сохранять молочную продукцию, производить большой ассортимент продуктов и обеспечивать возрастающий спрос на нее. Молоко по своему значению в питании населения занимает второе место после хлеба, немаловажное значение имеют и кисломолочные продукты, обладающие диетическими и лечебными свойствами [1].

Молоко, сквашенное путем внесения в него определенных культур молочнокислых бактерий или дрожжей, носит название «закваска» и предназначается для заквашивания молока в производстве кисломолочных продуктов [2]. Каждый продукт изготавливают с помощью определенных культур микроорганизмов. Для производства кефира употребляют закваски на кефирных зернах (грибках).

Кефирные зерна представляют собой белковые образования — комочки, в толще которых содержатся микроорганизмы. Основными представителями микрофлоры кефирных зерен являются молочнокислые палочки (болгарская и ацидофильная), молочнокислые стрептококки, в том числе ароматообразующие, уксуснокислые бактерии и молочные дрожжи типа *Torula* [3].

Молочнокислый стрептококк (*Streptococcus lactis*) относится к семейству *Lactobacillaceae*, роду *Streptococcus* — микроорганизм, наиболее широко употребляемый для приготовления кисломолочных продуктов. Под действием его образуется очень плотный, колющийся сгусток.

Различают мезофильные стрептококки, для которых оптимальной, т.е. наиболее благоприятной для развития, является температура 30–35 °С и термофильные (теплолюбивые) стрептококки, для развития которых наилучшая температура 40–42 °С.

Предел кислотообразования молочнокислых стрептококков 120–130 °Т. При более высокой кислотности их жизнедеятельность прекращается.

Иногда при сквашивании молока некоторыми культурами молочнокислых стрептококков образуется продукт со слизистой (тягучей) консистенцией. Тенденцию к слизиобразованию имеет болгарская и, особенно, ацидофильная палочки.

Болгарская палочка (*Lactobacillus bulgaricum*) относится к семейству *Lactobacillaceae*, роду *Lactobacillus*. Термофильная бактерия лучше всего развивается при температуре 42–45 °С. Это сильный кислотообразователь (кислотность молока повышается до 300 °Т), образуется нежный, ровный сгусток.

Ацидофильная палочка (*Lactobacillus acidophilus*) относится к семейству *Lactobacillaceae*, роду *Lactobacillus*. Термофильная бактерия лучше всего развивается при температуре 40–42 °С.

Существуют слизистые и неслизистые расы ацидофильной палочки. Слизистые расы при сквашивании образуют тягучий (слизистый) сгусток, но являются довольно слабыми кислотообразователями. Неслизистые расы ацидофильной палочки образуют обычный (неслизистый) сгусток, но являются сильными кислотообразователями (повышают кислотность молока до 300 °С).

Ароматообразующий стрептококк (*Streptococcus Diacetilactis*) относится к семейству *Lactobacillaceae*, роду *Streptococcus*. Он образует в молоке не только молочную кислоту, но и ацетоин и диацетил, важнейшие ароматические масла, а также CO<sub>2</sub>. Оптимальная температура его развития 25–28 °С, предельная кислотность молока 90–100 °Т.

Для молочных дрожжей типа *Togula* оптимальной является температура 18-20 °С. Они хорошо развиваются в кисломолочных продуктах, так как для своего развития требуют кислотной реакции среды [4].

Качество заквасок предопределяет качество готовых кисломолочных продуктов. Зависит оно от многих факторов: чистоты культуры (отсутствие в заквасках посторонних микроорганизмов), способности к кислотообразованию, ароматообразованию, накоплению антибиотиков и витаминов [5].

На активность культуры, т.е. способность ее быстро развиваться, повышать кислотность молока и образовывать сгусток, большое влияние оказывают технологические методы приготовления кисломолочных продуктов.

Кисломолочные продукты производят термостатным и резервуарным методами. При термостатном методе сквашивание молока и созревание кефира осуществляются в упаковках в термостатных и холодильных камерах.

При резервуарном методе заквашивание и сквашивание молока, охлаждение и созревание продукта производят в одном и том же резервуаре, а в упаковки разливают уже готовый продукт [6].

Далеко не все предприятия используют как термостатный, так и резервуарный методы приготовления кисломолочных продуктов. В некоторых регионах России широко распространен термостатный метод [7].

На территории Карагандинского молочного комбината сравнительно недавно был введен резервуарный метод приготовления кисломолочных продуктов, поэтому настоящее исследование обладает определенной новизной по изучению влияния данного метода на характер развития микроорганизмов молочной закваски в нашем регионе и сравнению его с предыдущим термостатным методом.

Результаты настоящей работы могут быть использованы для информации Карагандинским молочным комбинатом, а также любыми другими предприятиями по производству кисломолочной продукции исследуемыми методами.

Цель исследования — определить характер развития микроорганизмов молочной закваски при термостатном и резервуарном методах приготовления кефира 2,5%-ной жирности.

Из кисломолочных продуктов, производимых Карагандинским молочным комбинатом, кефир 2,5%-ной жирности является наиболее распространенным, поэтому его и использовали для тестирования исследуемых методов. Состав кефирных грибков (зерен), представляющих симбиоз различных микроорганизмов, вызывает определенный интерес для исследования данного продукта.

#### *Материалы и методы*

В исследовании применялся диетический кефир 2,5%-ной жирности, производитель — Карагандинский молочный комбинат.

Первая партия кефира была приготовлена на основе термостатного метода.

Технологический процесс производства кефира термостатным методом осуществляют в следующей последовательности:

- приемка и подготовка сырья, нормализация;
- очистка, пастеризация, гомогенизация и охлаждение смеси;
- заквашивание смеси;
- разлив, упаковка, маркировка;
- сквашивание смеси;
- охлаждение и созревание молочного сгустка.

Вторая партия кефира была приготовлена на основе резервуарного метода.

Технологический процесс производства кефира осуществляют в следующей последовательности:

- приемка и подготовка сырья, нормализация;
- очистка, пастеризация, гомогенизация (обязательна для кефира 2,5 %-ной жирности) и охлаждение смеси;
- заквашивание и сквашивание смеси;
- перемешивание, охлаждение и созревание молочного сгустка.

Качество готового продукта определяли в лаборатории Карагандинского молочного комбината, органолептическими методами (консистенция сгустка, вкус, запах) и физико-химическими методами (кислотность молочного сгустка в  $T^{\circ}$ ).

### Результаты и обсуждение

Технологии приготовления кисломолочных продуктов на основе термостатного и резервуарного методов различны.

Приемка и оценка качества молока, очистка молока, нормализация молока по жиру, пастеризация, гомогенизация, охлаждение и заквашивание смеси производится термостатным и резервуарным методами одинаково.

Главные отличия между методами можно наблюдать в очередности заквашивания и сквашивания молока, созревания и разлива готового продукта.

Стадии сквашивания и созревания являются основными, именно они определяют активность микроорганизмов используемой закваски, а значит, качество готового продукта.

Производство кефира 2,5 %-ной жирности термостатным методом показано в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

#### Производство кефира 2,5 %-ной жирности термостатным методом

Пастеризация	Гомогенизация (МПа)	Закваска $t^{\circ}$ , кол. %	Сквашивание	Созревание	Разлив, упаковка	Кислотность молочного сгустка, $T^{\circ}$
90–95 $^{\circ}C$ , с выдержкой 5–6 минут	15,0 МПа $\pm$ 2,5 МПа	17–21 $^{\circ}C$ летом, 21– 25 $^{\circ}C$ — зимой; 1–3 %	8–12 часов, при 17–21 $^{\circ}C$ летом, 21– 25 $^{\circ}C$ — зи- мой	9–13 часов, при 8 $^{\circ}C$	20–40 минут	75–80 $^{\circ}T$

При приготовлении кефира 2,5 %-ной жирности термостатным методом сквашивание производится в таре при температуре заквашивания, а созревание готового продукта — в течение 9–13 часов при температуре 8 $^{\circ}C$ .

Качество сгустка зависит от количества механических воздействий на смесь, от температуры и времени приготовления продукта.

При термостатном методе смесь после заквашивания перемешивают 1 раз в течение 15 минут. Во всех случаях первое перемешивание должно обеспечить равномерное распределение закваски по смеси. Затем при разливе заквашенной смеси в течение 20–40 минут производят периодическое помешивание, чтобы смесь не густела. После разлива заквашенную смесь в упаковке переносят в термостатную комнату для сквашивания, где ее больше не перемешивают.

Во время сквашивания кефира 2,5 %-ной жирности термостатным методом происходит активное развитие молочнокислого стрептококка (*Streptococcus lactis*), сбраживание лактозы (молочный сахар), т.е. распад ее на глюкозу и галактозу, с образованием в итоге молочной кислоты.

Под действием молочного стрептококка и молочнокислых палочек (*Lactobacillus bulgaricum*, *Lactobacillus acidophilus*) молоко скисает, а содержащийся в нем казеин свертывается и образует сгусток. Так как сквашивание смеси происходит в упаковке, без механических воздействий на продукт, формируется плотный, комковатый сгусток.

После сквашивания в термостатной камере смесь переносят в охлаждающую камеру для созревания.

Температура охлаждающей камеры составляет 8 $^{\circ}C$ . При данной температуре невозможно дальнейшее развитие молочнокислых бактерий. Образование сгустка прекращается, также прекращается накопление молочной кислоты.

Так как накопление в молоке молочной кислоты, т.е. повышение его кислотности, связано с расходом молочного сахара, между кислотностью кисломолочных продуктов и количеством оставшегося несброженного молочного сахара существует обратная зависимость: чем выше кислотность продукта, тем меньше осталось в нем молочного сахара.

При перемешивании кефира кислотностью ниже 80 $^{\circ}T$  отделяется сыворотка.

Кефир 2,5 %-ной жирности, приготовленный на основе термостатного метода, образует сравнительно низкую кислотность (75–80°Т), так как температура в процессе его созревания была понижена до минимального предела, при котором прекратилось развитие как молочнокислых стрептококков, так и молочнокислых палочек.

На данном этапе более энергично размножаются дрожжи (*Torula*). В продукте идет интенсивное накопление спирта и углекислоты.

В процессе созревания отвердевает жир, свободная влага частично связывается белком, и консистенция продукта становится более плотной.

При вскрытии упаковки кефира 2,5 %-ной жирности, приготовленного термостатным методом, можно наблюдать плотный сгусток комковатой консистенции, с небольшим отделением сыворотки при использовании. Вкус и запах — чистый, кисло-молочный, освежающий, спирт и углекислота в достаточном количестве.

После приготовления кефира 2,5 %-ной жирности на основе термостатного метода был исследован резервуарный метод приготовления. Производство кефира 2,5 %-ной жирности резервуарным методом представлено в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

**Производство кефира 2,5 %-ной жирности резервуарным методом**

Пастеризация	Гомогенизация (МПа)	Закваска t°, кол. %	Сквашивание	Созревание	Разлив, упаковка	Кислотность молочного сгустка, °Т
90–95°С с выдержкой 5–6 минут	15,0 МПа ± 2,5 МПа	17–21°С летом 21–25°С — зимой; 1–3 %	8–12 часов при 17–21°С летом, 21–25°С — зимой	9–13 часов, при 14 + 2°С	20–40 минут	85–100

В производстве кефира 2,5 %-ной жирности резервуарным методом используют аналогичную закваску на кефирных грибах, как и при термостатном методе.

При производстве кефира на основе рассматриваемого метода заквашивание, сквашивание и созревание производятся в одной емкости, снабженной специальными мешалками, обеспечивающими равномерное и тщательное перемешивание смеси. Главным отличием данного метода является перемешивание готового сгустка по окончании сквашивания и на этапе разлива готового продукта. Это отличие влияет на качество сгустка и его консистенцию.

При сквашивании кефира 2,5 %-ной жирности резервуарным методом происходит активное развитие молочнокислого стрептококка (*Streptococcus lactis*) и молочнокислых палочек (*Lactobacillus bulgaricum*, *Lactobacillus acidophilus*).

Как и при термостатном методе, молоко скисает, казеин, содержащийся в молоке, свертывается, и образуется сгусток. Так как сгусток подвергают механическому воздействию, его консистенция становится более жидкой и однородной.

Во время сквашивания молока с кефирными зернами рекомендуется перемешивание. В результате аэрации молока значительно усиливается деятельность дрожжей (*Torula*), что невозможно при термостатном методе. В данном случае образуется спирт. Кефир имеет более крепкий вкус.

После сквашивания перемешанный кефир в резервуаре остужают до температуры 14 + 2°С и оставляют до полного созревания. Температуру в емкости не снижают до более низких пределов, так как смесь при ней лучше протекает по трубопроводам на разлив.

При таких условиях развитие молочнокислых стрептококков и молочнокислых палочек замедляется, но не прекращается. Происходит дальнейшее расщепление лактозы, образуется молочная кислота, кислотность кефира в итоге достигает 85–100 °С. Чем выше кислотность продукта, тем меньше отделения сыворотки в результате его использования.

Кефир, приготовленный на основе резервуарного метода, обладает насыщенным запахом, так как более высокая температура созревания влияет и на развитие ароматобразующего стрептококка (*Streptococcus Diacetilactis*).

При охлаждении продукта, после его разлива, свободная влага частично связывается белком, и консистенция кефира становится более плотной.

При вскрытии упаковки кефира 2,5 %-ной жирности (рис.), приготовленного на основе резервуарного метода, можно наблюдать однородный сгусток жидкой консистенции, без отделения сыворотки.



Рис. Кефир 2,5 %-ной жирности, приготовленный на основе резервуарного метода в условиях Карагандинского молочного комбината

Вкус кефира — кисломолочный, освежающий, запах — более насыщенный, из-за активного развития ароматобразующего стрептококка, спирт и углекислота — в достаточном количестве.

#### Выводы

1. Технология приготовления кефира 2,5 %-ной жирности на основе резервуарного метода наиболее благоприятно влияет на развитие микроорганизмов молочной закваски.
2. Качество сгустка при резервуарном методе приготовления кефира 2,5 %-ной жирности выше, чем при термостатном методе, так как составляет однородную консистенцию, без выделения сыворотки.
3. На этапе созревания резервуарного метода хорошо развивается ароматобразующий стрептококк (*Streptococcus Diacetilactis*), что наилучшим образом влияет на более насыщенный кисломолочный запах готового продукта.

#### Список литературы

1. Петровская В.А. Молочное дело. — М.: Колос, 1980. — 213 с.
2. Крूस Г.Н., Храмцов А.Г., Волокитина Э.В., Карпычев С.В. Технология молока и молочных продуктов. — М.: Колос, 2005. — 260 с.
3. Глазачев В.В. Технология кисломолочных продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1968. — 138 с.
4. Богданов Б.М. Микробиология молока и молочных продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1969. — 251 с.
5. Дикарева Е., Акимова М. Применение лабораторных заквасок при производстве кисломолочных продуктов. — М.: Молочная промышленность, 1963. — 150 с.
6. Кугенев П.В., Барабанищев Н.В. Практикум по молочному делу. — М.: Колос, 1968. — 281 с.
7. Кугенев П.В. Молоко и молочные продукты. — М.: Россельхозиздат, 1985. — 253 с.