

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 637.146.32

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА, ПРОИЗВОДИМОГО ИЗ МОЛОКА НА ЗАКВАСКЕ РИСОВОГО ГРИБА

Т. И. Шингарева, Т. Л. Шуляк, А. А. Курпиец

Исследованы технологические параметры производства нового вида кисломолочного продукта на молочной закваске рисового гриба. Изучено влияние режимов пастеризации молока, сквашивания и созревания на физико-химические, реологические и органолептические показатели качества вырабатываемой продукции. Разработана технология производства нового вида кисломолочного продукта на молочной закваске рисового гриба. Исследованы показатели качества и микробиологические свойства нового вида кисломолочного продукта и их изменение в процессе хранения.

Введение

Для производства кисломолочной продукции сегодня в молочной промышленности широко применяются закваски молочнокислых микроорганизмов на чистых культурах [1–3]. Из естественных симбиотических заквасок (зооглей) нашли применение только кефирные грибки, используемые в основном для производства кефира и его аналогов [4, 5]. Однако помимо кефирных грибков существуют и другие виды зооглей, в частности культура рисового гриба. Эта культура и кефирные грибки имеют одинаковый видовой состав микрофлоры естественного симбиоза: молочнокислые микроорганизмы, уксуснокислые бактерии, дрожжи, но получаемые при этом ферментированные продукты существенно отличаются.

Показано, что оптимальной средой для культивирования культуры рисового гриба, в отличие от кефирных грибков, является не молоко, а водные растворы сахарозы, поэтому данная культура до сих пор не нашла применения в молочной промышленности [6]. В ходе ранее проведенных собственных исследований выявлено, что культура рисового гриба обладает способностью сбраживать не только сахарозу, но и лактозу. Изучена способность адаптации культуры рисового гриба к молочной среде и разработан способ получения молочной закваски рисового гриба (первичная, производственная) [7, 8].

Научный интерес представляет изучение возможности использования молочной закваски рисового гриба для производства новых видов молочной продукции, что и явилось целью работы. В задачи исследования входило определить технологические параметры производства кисломолочных продуктов и оптимизировать их применительно к молочной закваске рисового гриба, определить влияние молочного жира в ферментируемой молочной основе на качественные показатели выходной продукции, разработать технологию производства нового вида кисломолочного продукта и исследовать потребительские свойства продукции при хранении.

Результаты исследований и их обсуждение

Известно, что физико-химические, биохимические, органолептические свойства кисломолочной продукции зависят от совокупности факторов: технологических параметров производства, видового состава заквасочной микрофлоры, степени ее активности, способности образовывать вязкие или невязкие сгустки и др. [1, 2, 9].

Общая технологическая схема производства кисломолочных продуктов включает следующие операции:

- приемка молока, контроль качества, промежуточное хранение;
- термомеханическая обработка молока (включая нормализацию);
- пастеризация молока;
- охлаждение молока до температуры заквашивания;
- заквашивание и сквашивание;
- созревание (для КМП на естественной симбиотической закваске – кефирных грибка);
- розлив в потребительскую тару;
- доохлаждение в камере хранения;
- хранение на предприятии и реализация.

В Республике Беларусь молоко-сырье подлежит промышленной переработке на молочную продукцию, включая кисломолочные продукты, если оно по показателям качества отвечает требованиям СТБ 1598 [10]. Для обеспечения безопасности потребителей при производстве молочных продуктов молоко-сырье в сыром виде не применяется, а подвергается термообработке, как минимум пастеризации. Режимы термообработки молока существенно влияют на органолептические и реологические характеристики, а также стойкость продукции при хранении и различаются в зависимости от видов продукции. Так при выработке молока питьевого пастеризованного молочное сырье подвергают пастеризации при температуре 76 ± 2 °С с выдержкой $15 \div 20$ с. В результате при таком режиме пастеризации уничтожаются вегетативные формы патогенной микрофлоры, но состав и органолептические свойства молока изменяются незначительно, что положительно отражается на органолептических свойствах продукции. При производстве многих видов кисломолочных продуктов, как правило, используют более высокие режимы пастеризации молока, например, температура 93 ± 1 °С с выдержкой $2 \div 3$ мин. Это значительно увеличивает денатурацию сывороточных белков, которые по сравнению с основным белком молока – казеином, обладают более выраженными, гидрофильными свойствами [3].

Как известно, кисломолочные продукты относятся к ферментированным продуктам, поэтому после пастеризации молоко охлаждают и инокулируют заквасочной микрофлорой при оптимальной для их развития температуре. Например, для заквасок чистых культур мезофильной микрофлоры оптимальной является температура 28 ± 2 °С, термофильной – $40 \dots 45$ °С. При применении кефирной закваски, включающей естественный симбиоз разных видов микрофлоры, применяют температуру $18 \dots 22$ °С (допускается до 25 °С). Продолжительность сквашивания также определяется видом заквасочной микрофлоры и может варьировать в широком диапазоне. Например, при использовании термофильной микрофлоры сквашивание длится $4 \dots 8$ ч, мезофильной – $10 \dots 12$ ч. При использовании кефирной закваски продолжительность сквашивания составляет $10 \dots 12$ ч [1, 9].

По завершении процесса сквашивания полученный сгусток перемешивают, доохлаждают до температуры $16 \div 20$ °С, что обеспечивает снижение активного роста молочнокислой микрофлоры, и направляют на розлив в потребительскую тару. Выпуск готовой продукции в реализацию проводится после ее дополнительного охлаждения в камерах хранения до температуры 4 ± 2 °С [11]. При применении кефирной закваски после сквашивания перед розливом дополнительно проводят процесс созревания при температуре 14 ± 2 °С в течение $10 \div 12$ ч (резервуарный способ). Это связано с необходимостью активизации развития дрожжей и уксуснокислых микроорганизмов, входящих в состав кефирной закваски. При необходимости допускается созревание проводить после розлива в камерах хранения при 4 ± 2 °С.

В экспериментальной части работы исследовали режимные параметры производства нового вида кисломолочного продукта, выработанного путем сквашивания молока молочной закваской рисового гриба, на предмет их оптимизации.

Известно, что на консистенцию и реологические характеристики кисломолочных продуктов оказывает влияние не только температура пастеризации, но и способность микроорганизмов к образованию вязких или невязких сгустков. При этом использование вязких штам-

мов микроорганизмов для производства кисломолочных продуктов позволяет снизить температуру пастеризации молока-сырья.

Ранее проведенные исследования показали, что культура рисового гриба, несмотря на одинаковый с кефирными грибами состав симбиоза микрофлоры (молочнокислые микроорганизмы, уксуснокислые бактерии и дрожжи), имеет различия по количественному составу данных видов микроорганизмов. При этом исследование культуры рисового гриба по наличию в его составе вязких и невязких штаммов микроорганизмов, оказывающих существенное влияние на консистенцию (реологические показатели) продукции, не проводилось. В связи с этим при отработке технологических параметров производства нового вида кисломолочного продукта представляло интерес изучить данную способность закваски в совокупности с разной степенью денатурации сывороточных белков, обеспечиваемых разными температурами пастеризации молока и созревания. При этом сквашивание молока обезжиренного во всех опытах проводили при температуре 25 ± 1 °С, как наиболее оптимальной для молочной закваски рисового гриба [8].

Образцы кисломолочных продуктов вырабатывали по схеме, представленной на рисунке 1, варьируя параметры пастеризации и созревания:

- опыт 1: $t_{\text{паст}}=93 \pm 1$ °С, $\tau=2 \div 3$ мин; $t_{\text{созр}}=14 \pm 2$ °С, $\tau=10 \div 12$ ч;
- опыт 2: $t_{\text{паст}}=93 \pm 1$ °С, $\tau=2 \div 3$ мин; $t_{\text{созр}}=4 \pm 2$ °С, $\tau=10 \div 12$ ч;
- опыт 3: $t_{\text{паст}}=76 \pm 2$ °С, $\tau=15 \div 20$ с; $t_{\text{созр}}=14 \pm 2$ °С, $\tau=10 \div 12$ ч;
- опыт 4: $t_{\text{паст}}=76 \pm 2$ °С, $\tau=15 \div 20$ с; $t_{\text{созр}}=4 \pm 2$ °С, $\tau=10 \div 12$ ч.

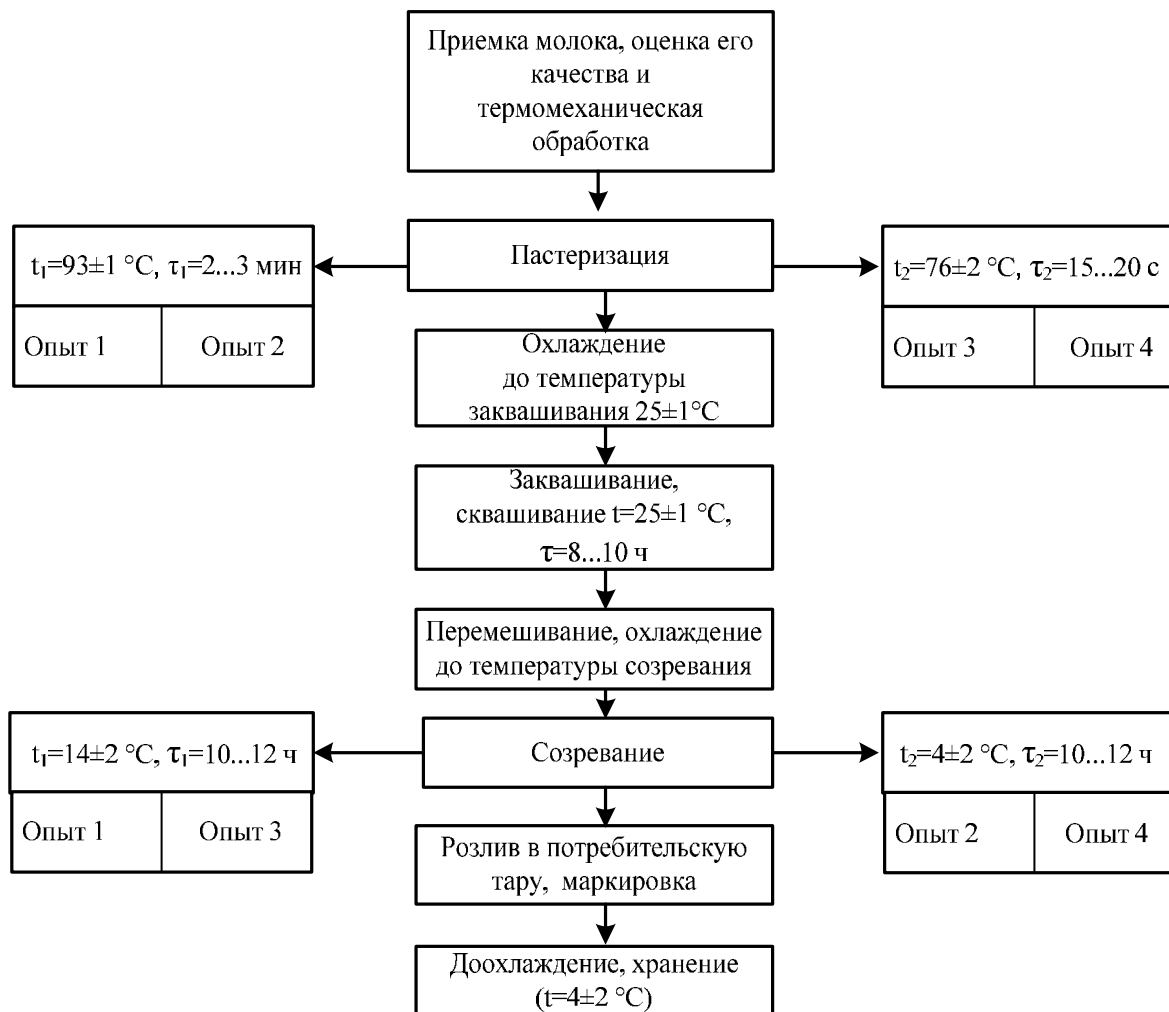


Рисунок 1 – Схема технологического процесса производства кисломолочного продукта на закваске рисового гриба

Во всех образцах определяли физико-химические показатели: титруемую кислотность, эффективную вязкость, влагоудерживающую способность, наличие углекислого газа и ароматических веществ по стандартным методикам [12]. Реологические характеристики исследуемых образцов определяли по показателям эффективной вязкости и влагоудерживающей способности. При этом эффективную вязкость сгустков измеряли при температуре 14 ± 2 °С при помощи ротационного вискозиметра марки VT6L Plus с использованием ротора L3. Помимо органолептических показателей кисломолочной продукции исследовали характер протекания молочнокислого и спиртового брожения, которое вызвано входящей в состав закваски микрофлорой. Активность молочнокислого процесса определяли по накоплению молочной кислоты и повышению титруемой кислотности, развитие дрожжей – по накоплению углекислого газа, развитие ароматобразующей микрофлоры – по наличию ароматических веществ (качественная реакция по интенсивности розового окрашивания). Физико-химические показатели опытных образцов продукции (средние значения) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели опытных образцов продукции

Исследуемые показатели	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
Эффективная вязкость при градиенте скорости $0,1 \text{ с}^{-1}$, мПа·с	4802	5312	4463	4523
Влагоудерживающая способность, см^3	7,5	7,8	6,5	6,8
Титруемая кислотность, °Т	94	90	92	90
Наличие CO_2 , мм	11	8	9	6
Наличие ароматических веществ*	++	+	+	–

*Примечание: «–» – отсутствие розового окрашивания; «+» – светло-розовое окрашивание; «++» – ярко-розовое окрашивание.

Из данных таблицы 1 видно, что более высокая температура пастеризации способствует существенному увеличению эффективной вязкости и влагоудерживающей способности исследуемой продукции. При этом температура созревания оказывает меньшее влияние. Так, в опытах 1 и 2 ($t_{\text{паст}}=93 \pm 1$ °С) эффективная вязкость и влагоудерживающая способность сквашенных сгустков превысила данные показатели опытов 3 и 4 ($t_{\text{паст}}=76 \pm 2$ °С) в среднем на 20 %. В то же время на развитие дрожжей и ароматообразующей микрофлоры оказывает существенное влияние не только температура пастеризации, но и созревания. Так в опыте 1 ($t_{\text{паст}}=93 \pm 1$ °С, $t_{\text{созр}}=14 \pm 2$ °С) отмечается максимальное накопление углекислого газа и ароматических веществ, а минимальное – в опыте 4 ($t_{\text{паст}}=76 \pm 2$ °С, $t_{\text{созр}}=4 \pm 2$ °С). При этом, как видно по титруемой кислотности, развитие молочнокислой микрофлоры во всех исследуемых образцах протекало практически на одинаковом уровне.

Для определения органолептических показателей опытных образцов продукции была проведена дегустация, в которой приняло участие 18 человек. Дегустационную оценку проводили по шкале «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично», затем рассчитали процентное соотношение каждой из полученных оценок (в % от общего количества дегустаторов). Результаты дегустации исследуемых образцов продукции представлены на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, лидером среди потенциальных потребителей (дегустаторов) является опыт 1 ($t_{\text{паст}}=93 \pm 1$ °С, $t_{\text{созр}}=14 \pm 2$ °С), а опыт 2, где температура созревания составила 4 ± 2 °С, оценка дегустаторов несколько снизилась. Меньше всего предпочтение дегустаторов было отдано опытам 3 и 4, где применялись низкие температуры пастеризации (76 ± 2 °С), при этом режим созревания у них существенных различий при оценке дегустаторов не выявил.

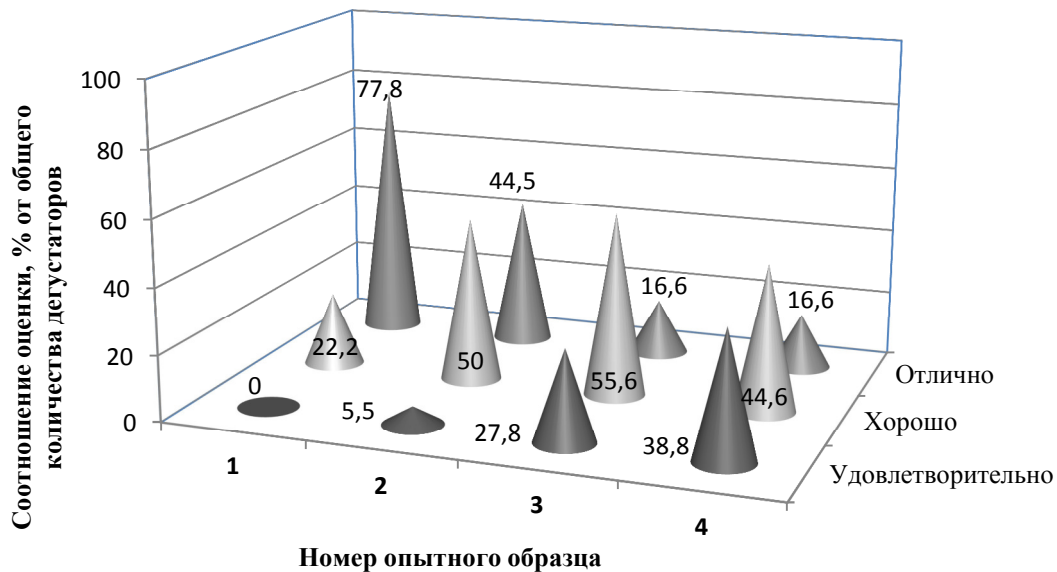


Рисунок 2 – Результаты дегустации образцов кисломолочных продуктов на закваске рисового гриба

Таким образом, по совокупности результатов проведенных исследований определено, что оптимальными режимными параметрами пастеризации молока при производстве кисломолочного продукта на молочной закваске рисового гриба является: $t_{\text{паст}}=93\pm 1$ °С, $\tau=2\ldots 3$ мин, после сквашивания (25 ± 1 °С) созревание продукции, предварительно расфасованной в потребительскую тару, следует проводить при 14 ± 2 °С, $\tau=10\ldots 12$ ч, при производственной необходимости допускается созревание при температуре 4 ± 2 °С.

На формирование консистенции кисломолочных продуктов и их органолептические характеристики, помимо технологических параметров, существенное влияние оказывает присутствие молочного жира в молоке [3]. Также показано, что с повышением массовой доли жира в сквашенной основе формируются менее прочные сгустки. Известно, что в кисломолочных продуктах с использованием естественных симбиотических заквасок молочный жир является источником питания для липолитической микрофлоры, к которой, как известно, относят дрожжи [1].

В связи с этим далее в работе представляло интерес изучить влияние молочного жира на потребительские свойства свежеприготовленных кисломолочных продуктов и их хранимоспособность. Для этого в качестве сырья для производства кисломолочных продуктов приняли молоко натуральное обезжиренное (далее по тексту ОБМ) и молоко натуральное цельное (далее по тексту ЦМ). Образцы молока после предварительной термообработки охлаждали и заквашивали производственной закваской рисового гриба. При этом пастеризацию, сквашивание и созревание проводили по вышеустановленным оптимальным режимным параметрам.

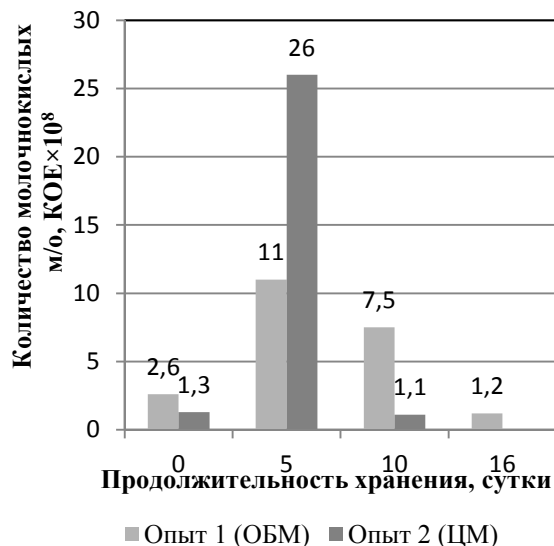
В свежеприготовленных образцах продукции (0-е сутки) контролировали физико-химические, органолептические и микробиологические показатели. Для исследования хранимоспособности кисломолочные продукты помещали на хранение в холодильную камеру при температуре 4 ± 2 °С в течение 16 суток. При этом в контрольных точках – 5, 10, 16 суток, определяли изменение исследуемых показателей и проводили анализ на предмет потери потребительских свойств продукции при хранении.

Результаты исследований кислотности титруемой и активной, наличия ароматических веществ в кисломолочных продуктах (средние значения) при хранении представлены в таблице 2, микробиологических показателей – на рисунке 3, влагоудерживающей способности и содержания углекислого газа – на рисунке 4.

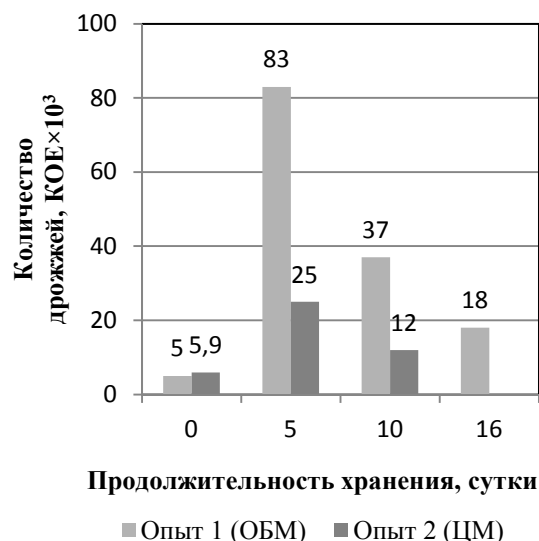
Таблица 2 – Изменение кислотности и ароматических веществ в образцах кисломолочной продукции на обезжиренном и цельном молоке при хранении

Показатели	Продолжительность хранения, сутки							
	0		5		10		16	
	Опыт 1 (ОБМ)	Опыт 2 (ЦМ)	Опыт 1 (ОБМ)	Опыт 2 (ЦМ)	Опыт 1 (ОБМ)	Опыт 2 (ЦМ)	Опыт 1 (ОБМ)	Опыт 2 (ЦМ)
Титруемая кислотность, °Т	91	90	98	99	97	97	92	**
Активная кислотность, ед. рН	4,62	4,43	4,54	4,40	4,49	4,44	4,47	
Ароматические вещества* (диацетил+ацетоин)	++	+	++	+	+	+	+	

Примечание: * «+» – слабо-розовое окрашивание; «++» – ярко-розовое окрашивание; ** – продукт снят с исследования.



а)

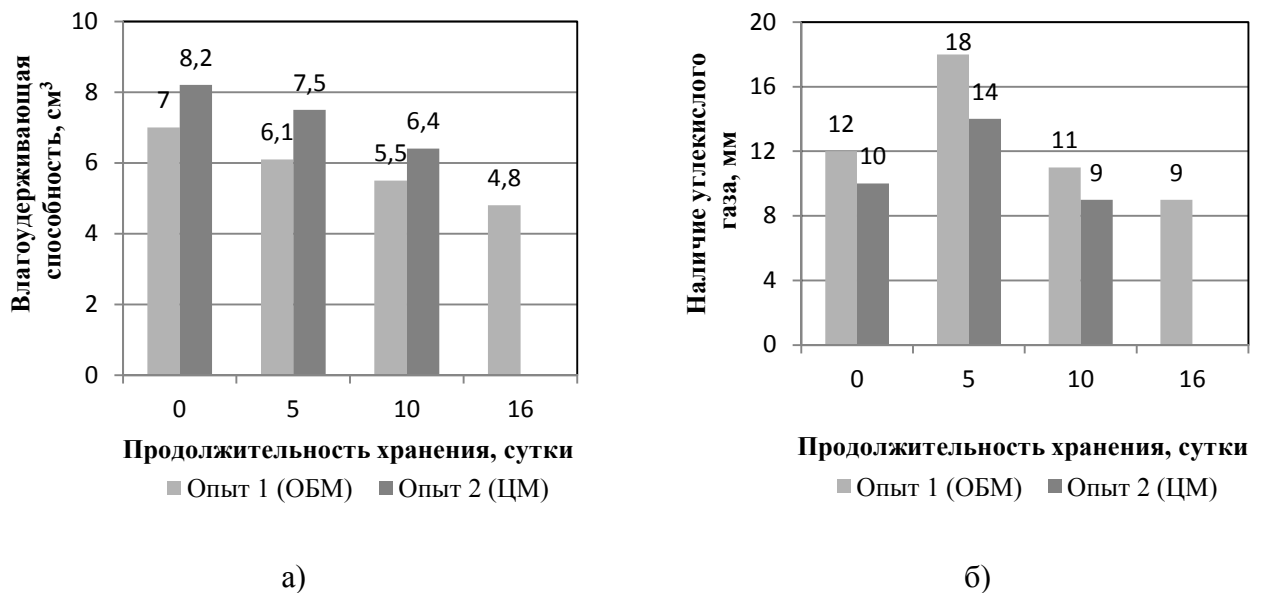


б)

*Примечание: Опыт 2 (ЦМ) на 16-е сутки снят с исследования

Рисунок 3 – Изменение микробиологических показателей в образцах кисломолочных продуктов, выработанных на молоке цельном (ЦМ) и обезжиренном (ОБМ)

Как видно из таблицы 2, титруемая кислотность всех исследуемых образцов в процессе хранения изменялась незначительно, достигая своего максимума на 5-е сутки хранения. При этом количество молочнокислых микроорганизмов на 5-е сутки в обоих образцах, по сравнению со свежеприготовленными, увеличилось практически на один порядок (рисунок 3). Это связано с активным развитием молочнокислых микроорганизмов, что продолжалось в течение всего исследуемого срока хранения. Таким образом, как и ожидалось, молочный жир не оказывает существенного влияния на протекание молочнокислого процесса в кисломолочной продукции, полученной на молочной закваске рисового гриба.



*Примечание: Опыт 2 (ЦМ) на 16-е сутки снят с исследования

Рисунок 4 – Изменение влагодерживающей способности (а) и углекислого газа (б) в образцах кисломолочных продуктов, выработанных на молоке цельном (ЦМ) и обезжиренном (ОБМ)

Исследование влагодерживающей способности продукции (рисунок 4 а) показало, что в опыте 2 (ЦМ) этот показатель в течение исследуемого срока хранения практически в 1,2 раза выше, чем в опыте 1 (ОБМ) и имеет тенденцию к снижению. Это свидетельствует, что влагодерживающая способность кисломолочного продукта существенно зависит от наличия молочного жира в молоке. Развитие дрожжей в опыте 1 (ОБМ) также происходило интенсивнее, чем в опыте 2 (ЦМ), о чем свидетельствует накопление углекислого газа (рисунок 4 б), максимум которого отмечен в обоих образцах на 5-е сутки хранения. Что касается ароматических веществ, количественное содержание которых определяли по интенсивности накопления розового окрашивания, большее накопление отмечено в опыте 1 (ОБМ) в течение первых 5-ти суток хранения (таблица 2), далее при хранении разницы с опытом 2 (ЦМ) не отмечалось.

Для оценки органолептических показателей кисломолочных продуктов была разработана условная балльная шкала, приведенная в таблице 3.

Кисломолочные продукты, отвечающие потребительским свойствам, должны иметь балльную оценку по показателям: вкус и запах – не менее 2 баллов; внешний вид и консистенция – не менее 2 баллов. Результаты оценки в баллах суммируют. Результаты органолептической оценки кисломолочных продуктов представлены на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, максимальную органолептическую оценку (10 баллов) получили оба свежесделанных образца кисломолочных продуктов (0-е сутки). Однако в процессе хранения кисломолочный продукт на цельном молоке – опыт 2 (ЦМ) – быстрее стал терять свои органолептические показатели. Так, на 6-е сутки хранения опыт 2 (ЦМ) по общей балльной оценке снизил показатели на 2 балла, а опыт 1 (ОБМ) потерял только 1 балл. При этом на 10-е сутки хранения в опыте 2 (ЦМ) появился ярко выраженный горький привкус, а на поверхности значительное отделение сыворотки. Это позволило заключить о потере потребительских свойств продукции. В результате опыт 2 (ЦМ) был снят с дальнейших исследований. Что касается образца кисломолочного продукта, выработанного на обезжиренном молоке – опыт 1(ОБМ), последний сохранял свои потребительские свойства до 16 суток включительно.

Таблица 3 – Условная балльная оценка органолептических показателей

Наименование показателя	Балл
<i>Вкус и запах (max 6)</i>	
Выраженный кисломолочный, чистый, слегка щиплющий	6
Кисломолочный, чистый, недостаточно выраженный, без щиплющего привкуса	5–4
Излишне кислый, излишне щиплющий, невыраженный, пресный	3–2
Наличие посторонних привкусов (горький, прогорклый, затхлый и т.д.)	1
Гнилостный, салостый, плесневелый и т.д., не свойственный продукту	0
<i>Внешний вид и консистенция (max 4)</i>	
Однородная, в меру густая, с ненарушенным сгустком, без отделения сыворотки на поверхности продукта	4
Однородная, в меру густая, с нарушенным или ненарушенным сгустком. Допускается газообразование в виде отдельных глазков и незначительное отделение сыворотки на поверхности продукта, исчезающее при перемешивании	3
Неоднородная, недостаточно густая; значительное отделение сыворотки и газообразование	2
Дряблая, хлопьевидная, крупинчатая; излишнее отделение сыворотки и газообразование	1
Отсутствие сгустка; массовое отделение сыворотки с включениями творожного сгустка	0
ИТОГО:	max 10

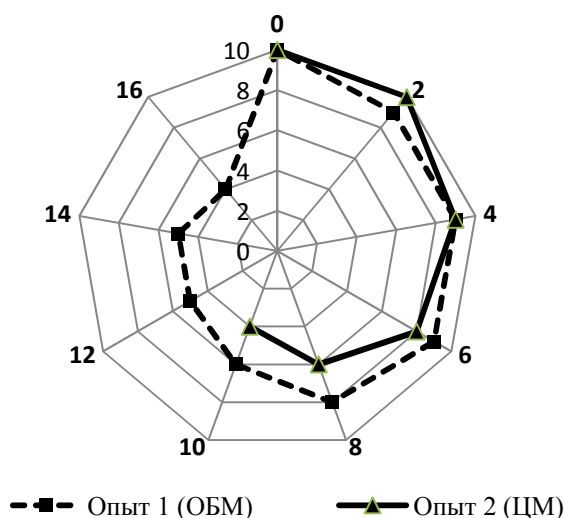


Рисунок 5 – Оценка органолептических показателей образцов кисломолочных продуктов, выработанных на молоке цельном (ЦМ) и обезжиренном (ОБМ)

В результате проведенных исследований выявлено, что для производства кисломолочного продукта на молочной закваске рисового гриба использование в качестве сырья молока цельного и обезжиренного молока позволяет получить продукцию с исходными высокими потребительскими характеристиками. Однако при этом продукция, полученная на обезжиренном молоке, сохраняет свои потребительские свойства в среднем в 1,5 раза больше, по сравнению с цельным молоком.

Заключение

В результате проведенных исследований определено, что для обеспечения высокого качества при производстве кисломолочного продукта на молочной закваске рисового гриба оптимальными режимными параметрами пастеризации молока являются: $t_{\text{паст}}=93\pm 1$ °С, $\tau=2\dots 3$ мин, после сквашивания ($t_{\text{скв}}=25\pm 1$ °С) созревание продукции, предварительно расфасованной в потребительскую тару, следует проводить при $t_{\text{созр}}=14\pm 2$ °С, $\tau=10\dots 12$ ч. В случае производственной необходимости допускается применять созревание кисломолочного продукта в камере хранения при температуре 4 ± 2 °С. Выявлено, что в сравнении с молоком цельным использование в качестве молочного сырья молока обезжиренного повышает хранимоспособность кисломолочного продукта в среднем в 1,5 раза.

Литература

- 1 Банникова, Л.А. Микробиология молока и молочных продуктов / Л.А.Банникова, Н.С. Королева., В.Ф. Семенихина // Справочник – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
- 2 Богатова, О.В. Промышленные технологии производства молочных продуктов / О.В.Богатова, Н. Г. Догарева, С. В. Стадникова // Санкт-Петербург: Проспект науки, 2014. – 268 с.
- 3 Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. 4-е изд. / К.К. Горбатова // Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 336 с.
- 4 Зинцова, Ю.С. Разработка концепции напитков на основе поликультур рисового и чайного грибов / Ю. С. Зинцова, М. Н. Школьников. – Пиво и напитки, 2015. – № 3. – С. 22–25.
- 5 Куприец, А.А. Исследование закваски на основе рисового гриба/ А.А. Куприец, Т.И. Шингарева // 9-я Международная конференция молодых ученых и специалистов по теме «Повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях» ФГБНУ ВНИИ-ПБиВП, г. Москва, 22 октября 2015 г. – С. 148–152.
- 6 Королева, Л.М. Биотехнология натуральных безалкогольных напитков брожения на основе рисового гриба: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.18.07 / Л.М. Королева. – Могилев, 2008. – 20 с.
- 7 Шингарева, Т.И. Совершенствование процесса получения заквасок при ферментации молока культурой рисового гриба / Т.И. Шингарева, А.А. Куприец // Пищевые технологии, хлебопродукты и комбикорма. Тез. докл. Междун. научно-практ. конф./ г. Одесса, 25–30 сентября, 2017 г. / ОНАХТ, редкол. Б.В. Егоров [и др.] . – г. Одесса, 2017. – С. 53–54.
- 8 Шингарева, Т.И. Исследование технологических параметров получения производственной закваски на основе естественной симбиотической культуры рисового гриба / Т.И. Шингарева, А.А. Куприец // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия № 2(23). – Могилев, 2017. – С. 67–71.
- 9 Твердохлеб, Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Г.Ю. Сажин, Р.И. Раманаускас. М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.
- 10 Молоко коровье. Требования при закупках: СТБ 1598. – Введ. 31.01.2006. – Минск: Госстандарт, 2006. – 13 с.
- 11 Продукты кисломолочные. Общие технические условия: СТБ 2206–2011. – Минск: Госстандарт, 2011. – 15 с.
- 12 Инихов, Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов: справ. руководство / Инихов Г.С., Брио Н.П. – М.: Пищ. пром-сть, 1971. – 422 с.

Поступила в редакцию 16.05.2018