

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЗАКВАСКИ НА ОСНОВЕ СИМБИОТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ РИСОВОГО ГРИБА

Т. И. Шингарева, А. А. Курпиец

Исследованы технологические параметры приготовления производственной закваски на основе культуры рисового гриба. Проанализировано влияние температуры, продолжительности сквашивания, количества первичной закваски рисового гриба, вносимой в молоко, на свойства производственной закваски. Получены математические зависимости, позволяющие оптимизировать процесс приготовления производственной закваски рисового гриба, предназначенной для выработки кисломолочной продукции. Проведен сравнительный анализ свойств производственной закваски рисового гриба и кефирной закваски.

Введение

В настоящее время актуальным направлением в развитии молочной промышленности является разработка технологий новых видов кисломолочной продукции в связи с постоянно повышающимся на нее потребительским спросом.

Известно, что свойства и качество кисломолочной продукции непосредственно зависят от заквасок, применяемых в производстве, так как метаболиты, синтезируемые в процессе жизнедеятельности заквасочной микрофлоры, придают продукции определенные органолептические и физико-химические характеристики [1–3].

Для производства кисломолочной продукции сегодня широко применяются закваски молочнокислых микроорганизмов на чистых культурах, а из естественных симбиотических заквасок (зооглей) наиболее хорошо изученной культурой, применительно к молочной промышленности, являются кефирные грибки, которые используются для производства кисломолочного продукта – кефира [3–6].

В последнее время научный интерес у ученых вызывают и другие виды зооглей, такие как тибетский молочный гриб, чайный гриб, а также рисовый гриб.

Проведенные исследования по возможности использования культуры рисового гриба для производства кисломолочной продукции показали, что данная культура наиболее схожа по своему составу с кефирными грибами и представляет собой естественный симбиоз молочнокислых микроорганизмов, уксуснокислых бактерий и дрожжей [7–8].

В ходе ранее проведенных собственных исследований выявлено, что культура рисового гриба хорошо адаптируется в молочной основе и способна активно развиваться в молоке. Установлены параметры получения первичной закваски рисового гриба [9].

Целью настоящей работы явилось исследование технологических параметров получения производственной (вторичной) закваски рисового гриба, получаемой путем ферментации молока первичной закваской рисового гриба, предназначенной для использования в производстве кисломолочной продукции.

Результаты исследований и их обсуждение

Выбор оптимального плана проведения экспериментальных исследований по получению производственной закваски рисового гриба был осуществлен с использованием центрального композиционного плана с тремя факторами варьирования. Для математической обработки результатов эксперимента применяли пакет Statistica [10].

Сыръем служило молоко натуральное обезжиренное. Параметры предварительной термообработки молока приняты согласно технологической инструкции по приготовлению кефирной закваски, а именно: температура пастеризации 92–93 °С с выдержкой 20 минут [4]. В ходе эксперимента подготовленное к сквашиванию молоко инокулировали первичной закваской рисового гриба, при этом варьировали количество первичной закваски, а также параметры процесса сквашивания (температура и продолжительность сквашивания).

Условия планирования эксперимента и уровни варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия планирования эксперимента

Уровни варьирования факторов эксперимента	Пределы варьирования факторов эксперимента		
	Температура сквашивания, °С (X ₁)	Продолжительность сквашивания, ч (X ₂)	Количество первичной закваски, % (X ₃)
Нижний уровень	20	10	5
Основной уровень	24	15	10
Верхний уровень	28	20	15

Параметрами оптимизации, характеризующими эффективность проведения процесса получения производственной закваски рисового гриба, приняты:

Y₁ – оценка органолептических показателей, балл;

Y₂ – изменение активной кислотности, ед. рН.

Оценка органолептических показателей исследуемых образцов проводилась по условной балльной шкале, приведенной в таблице 2.

Таблица 2 – Условная балльная оценка органолептических показателей

Наименование показателя	Балл
Вкус и запах	
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, салитый, плесневелый и т.д., не свойственный продукту	0
Внешний вид и консистенция	
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

Известно, что активная кислотность молока-сырья составляет, как правило, $(6,7 \pm 0,1)$ ед. рН [2–3]. При производстве кисломолочной продукции применяют кислотную коагуляцию, при которой основной белок молока – казеин коагулирует в изоэлектрической точке, что составляет $(4,6–4,7)$ ед. рН [3]. Таким образом, в процессе ферментации при кислотной коагуляции изоэлектрическая точка казеина достигается при снижении значения активной кислотности на $(2,0–2,2)$ ед. рН, что и было положено в основу эксперимента при исследовании параметров, влияющих на изменение активной кислотности.

В результате эксперимента построены карты Парето оценки значимости исследуемых факторов. Анализ карт Парето показал, что все три фактора (температура сквашивания, продолжительность сквашивания и количество первичной закваски) оказывают существенное влияние на оценку органолептических показателей и активную кислотность производственной закваски рисового гриба.

В результате статистического анализа получены уравнения регрессии, описывающие технологический процесс приготовления производственной закваски рисового гриба, что представлено в виде формул (1) и (2):

$$Y_1 = 9,017 - 1,334 \cdot X_1 - 4,007 \cdot X_1^2 + 1,671 \cdot X_2 - 3,299 \cdot X_2^2 - 1,767 \cdot X_3^2 - 1,083 \cdot X_1 X_2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 1,903 + 0,736 \cdot X_1 - 0,300 \cdot X_1^2 + 0,866 \cdot X_2 - 0,387 \cdot X_2^2 + 0,238 \cdot X_3 - 0,349 \cdot X_1 X_2 - 0,144 \cdot X_1 X_3 \quad (2)$$

Выявлено, что в исследуемых образцах максимальная оценка органолептических показателей производственной закваски и завершенность процесса кислотной коагуляции, то есть достижение изоэлектрической точки казеина $(4,6–4,7)$ ед. рН, наблюдались при следующих технологических параметрах: температура сквашивания $22–26$ °С, продолжительность сквашивания $10–12$ ч и количество первичной закваски $8–12$ %. В то же время увеличение или уменьшение количества первичной закваски рисового гриба способствовало ухудшению органолептических показателей, а повышение температуры сквашивания, хотя и снижало продолжительность процесса сквашивания, но приводило к получению излишне кислого вкуса в производственной закваске.

Далее в работе были исследованы выходные параметры качества производственной закваски рисового гриба и кефирной закваски: кислотность титруемая и активная, содержание углекислого газа и органолептические показатели (вкус и запах, консистенция, цвет).

Результаты исследований физико-химических показателей производственной закваски рисового гриба и кефирной закваски представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели производственной закваски рисового гриба и кефирной закваски

Показатели	Опыт (закваска рисового гриба)	Контроль (кефирная закваска)
Титруемая кислотность, °Т	$83,0 \pm 2,5$	$83,0 \pm 3,0$
Активная кислотность, ед. рН	$4,75 \pm 0,5$	$4,70 \pm 1,0$
Содержание углекислого газа, см ³	$1,2 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,2$
Ароматические вещества* (диацетил+ацетоин)	+	+

Примечание: * «+» наблюдается слабо-розовое окрашивание

Исследование производственной закваски рисового гриба, в сравнении с кефирной закваской, выявило следующее. Титруемая кислотность в производственной закваске рисового гриба практически одинаковая и составляет в среднем 83 °Т, но содержание углекислого газа в $1,6$ раза ниже кефирной закваски. При этом в обоих образцах заквасок отмечается наличие слабо-розового окрашивания, что свидетельствует о наличии ароматических веществ в них.

Микробиологические показатели исследуемых заквасок приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Микробиологический состав производственной закваски рисового гриба и кефирной закваски

Вид закваски	Общее количество бактерий, КОЕ/см ³		Уксуснокислые бактерии	Дрожжи, КОЕ/ см ³
	мезофильные	термофильные		
Закваска рисового гриба	1,73×10 ⁸	2,42×10 ⁷	10 ³	1,08×10 ⁴
Кефирная закваска	1,80×10 ⁸	2,39×10 ⁷	10 ⁴	1,12×10 ⁵

Из таблицы 4 следует, что в закваске рисового гриба количественное содержание мезофильных и термофильных молочнокислых микроорганизмов практически одинаковое с кефирной закваской, но уксуснокислых бактерий и дрожжей на порядок меньше.

Исследованы органолептические показатели обоих видов заквасок, результаты которых отражены в таблице 5.

Таблица 5 – Органолептические показатели производственной закваски рисового гриба и кефирной закваски

Показатели	Опыт (производственная закваска рисового гриба)	Контроль (кефирная закваска)
Вкус и запах	Выраженный кисломолочный, чистый, без щиплющего привкуса	Выраженный кисломолочный, чистый, несколько кисловатый с приятным щиплющим привкусом
Консистенция	Однородная, в меру плотная без отделения сыворотки на поверхности сгустка	Однородная, в меру плотная без отделения сыворотки на поверхности сгустка, с наличием единичных глазков
Цвет	Молочно-белый, слегка кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, слегка кремовый, равномерный по всей массе

Выявлено, что по органолептическим показателям (таблица 5) закваска рисового гриба заметно отличается от кефирной закваски: имеет мягкий выраженный кисломолочный вкус, без явного присутствия щиплющего привкуса. Консистенция однородная, гомогенная, без наличия единичных глазков, в сравнении с кефирной закваской.

Таким образом, закваска рисового гриба и кефирная закваска имеют одинаковый исходный видовой состав, включающий естественный симбиоз молочнокислых микроорганизмов, дрожжей и уксуснокислых бактерий. Тем не менее по количественному содержанию микроорганизмов и органолептическим показателям закваска рисового гриба имеет хорошо выраженные отличительные свойства и может быть рекомендована для производства новых видов молочных продуктов.

Заключение

Исследованы технологические параметры приготовления производственной закваски, полученной при ферментации молока первичной закваской рисового гриба. Выявлено, что температура сквашивания 22–26 °С, продолжительность сквашивания 10–12 ч и количество первичной закваски 8–12 % обеспечивают завершенность процесса кислотной коагуляции и при этом полученная производственная закваска рисового гриба имеет высокие органолептические показатели. Найдены математические зависимости, позволяющие с учетом варьирования параметров сквашивания молока и количества вносимой закваски оптимизировать про-

цесс приготовления производственной закваски рисового гриба. Выявлено, что производственная закваска рисового гриба имеет хорошо выраженные отличительные свойства по количественному содержанию микроорганизмов и органолептическим показателям, в сравнении с кефирной закваской, и может быть использована для производства новых видов кисломолочной продукции.

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 Технологическая инструкция по изготовлению кефирной закваски для кефира. Технологическая инструкция: ТИ РБ 700012278.103-2011
- 5 Зинцова, Ю. С. Разработка концепции напитков на основе поликультур рисового и чайного грибов / Ю. С. Зинцова, М. Н. Школьникова. – Пиво и напитки, 2015. – № 3. – С. 22–25.
- 6 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.
- 7 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.
- 8 Зинцова, Ю. С. Разработка технологии производства ферментированного напитка на основе плодово-ягодного сырья Алтайского края и поликультуры *Orizamyces indicis*: автореф. дис./ Ю. С. Зинцова, «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» Бийский технологический институт (филиал). – Бийск, 2015. – 152 с.
- 9 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.
- 10 Боровиков, В.П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере / В.П. Боровиков. – СПб.: Питер, 2001. – 650 с.

Поступила в редакцию 08.12.2017