



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА В ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Шуляк Т.Л., Скокова О.И., Коротченко Н.Ф., Борисенко Е.В., Микулич Н.В.
Могилевский государственный университет продовольствия

USE OF PROBIOTIC BACTERIAL PREPARATION IN PRODUCTION OF SOUR-MILK PRODUCTS

Shuljak T.L., Skokova O.I., Korotchenko N.F., Borisenko E.V., Mikulich N.V.
Mogilev State University of Foodstuff, Belarus

Abstract

Developed the technology of dairy products such as yogurt with using of different starter population and probiotic bacterial preparation on the basis of acid resistant strains of bifido - and lactic acid bacteria. Justified technological parameters of production, providing of high quality products. Investigated the composition of the microflora of the developed products, including the contents in them of probiotic microorganisms. Investigated changes organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters probiotic dairy products during storage at $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ and established the terms of their suitability.

Key words: *dairy products, starter population, probiotic bacterial preparation, organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters, composition of the microflora*

Введение

Современными фундаментальными и клиническими исследованиями установлено, что сохранение и поддержание нормального микробиоценоза кишечника является определяющим фактором здоровья человека. В условиях Республики Беларусь наиболее доступным для населения способом массовой профилактики дисбактериозов и повышения защитных сил организма является использование в питании функциональных продуктов, получаемых в результате совместного брожения основной заквасочной микрофлорой и микроорганизмами-пробиотиками, в качестве которых чаще всего применяют бифидо- и молочнокислые бактерии [1].

Ранее Могилевским государственным университетом продовольствия совместно с Институтом микробиологии Национальной академии наук Беларуси были проведены исследования по подбору состава бактериального препарата на основе кислотоустойчивых штаммов бифидо- и молочнокислых бактерий (мезофильных молочнокислых палочек) [2]. В результате проведенной работы был получен бактериальный пробиотический препарат для производства ферментированных молочных продуктов.

В этой связи целью настоящих исследований является разработка технологии кисломолочного продукта с использованием нового пробиотического бактериального препарата.

Материалы и методы

В работе использовали бактериальный препарат (далее – бакпрепарат) на основе кислотоустойчивых штаммов бифидо- и молочнокислых бактерий с содержанием жизнеспособных клеток $1,2 \cdot 10^{12}$ КОЕ/г. Бакпрепарат получен лабораторией молочнокислых и бифидобактерий Института микробиологии Национальной академии наук Беларуси способом лиофильной сушки.

Бакпрепарат пробиотических микроорганизмов вносили в молочное сырье одновременно с основной заквасочной микрофлорой. Дозу бакпрепарата рассчитывали исходя из активности препарата и требуемого уровня содержания микроорганизмов в готовом продукте.

Состав бактериальных заквасок и концентратов, используемых в качестве основной заквасочной микрофлоры при производстве кисломолочных продуктов, представлен в таблице 1.



Таблица 1.

Состав используемых бактериальных заквасок и концентратов

Вид закваски или бакконцентрата	Страна-изготовитель	Состав микрофлоры
СБК-СМ-Мв	Республика Беларусь	Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis subsp. diacetylactis
R-704	Chr. Hansen (Дания)	Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis subsp. diacetylactis
СБК-СМ-МТв	Республика Беларусь	Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis subsp. diacetylactis, Streptococcus thermophilus
FRC-65	Chr. Hansen (Дания)	Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. diacetylactis, Streptococcus thermophilus
СБК-СМ-Тв	Республика Беларусь	Streptococcus thermophilus
ST-BODY-1	Chr. Hansen (Дания)	Streptococcus thermophilus

В работе использовали стандартные методы исследований. Титруемую кислотность образцов кисломолочных продуктов определяли титриметрическим методом по ГОСТ 3624, активную кислотность с использованием рН-метра HI 8314, условную вязкость путем истечения продукта из пипетки на 100 см³ при температуре 4°C. Кроме того, в продуктах определяли наличие диацетила и ацетоина качественным методом путем смешивания фильтрата кисломолочного продукта с 40%-м раствором КОН. При этом интенсивность окраски пробы на диацетил и ацетонин оценивали визуально.

Органолептические показатели кисломолочных продуктов оценивали в соответствии с разработанной условной десятибалльной шкалой, представленной в таблице 2. В дегустации принимали участие преподаватели кафедры технологии молока и молочных продуктов Могилевского государственного университета продовольствия.

Исследуемые кисломолочные продукты

оценивали по двум основным показателям: первый – вкус и запах продукта, второй – консистенция продукта, при этом за каждый оцениваемый показатель выставляли баллы. Окончательную оценку продукт получал путем сложения баллов по двум показателям.

В кисломолочных продуктах также определяли количество молочнокислых микроорганизмов, пробиотических мезофильных молочнокислых палочек и бифидобактерий. Для определения количества молочнокислых микроорганизмов использовали среду MRS, пробиотических мезофильных молочнокислых палочек – селективную среду Рогоза, бифидобактерий – кукурузно-лактозную среду ГМК-1, в которую перед посевом вносили антибиотик диплоксациллин. Температуру культивирования для молочнокислых микроорганизмов устанавливали в соответствии с оптимальной температурой развития основной заквасочной микрофлоры, для бифидобактерий – 37±1°C, для пробиотических мезофильных молочнокислых палочек – 28±2°C.

Таблица 2.

Условная десятибалльная шкала оценки органолептических показателей кисломолочных продуктов

Характеристика вкуса и запаха	Условный балл	Характеристика консистенции	Условный балл
Чистый, кисломолочный выраженный, без посторонних привкусов и запахов	5	Однородная, в меру плотная	5
Чистый, кисломолочный, выраженный, слегка кисловатый либо слегка пресный	4	Однородная, в меру плотная, с небольшим отделением сыворотки	4
Пресный, пустой, либо невыраженный кисломолочный	3	Неоднородная, крупитчатая	3
Кислый, пустой	2	Жидкая	2
Пустой, послевкусие с легкой горечью	1	Излишне жидкая, дряблый сгусток	1



Результаты и обсуждение

В работе в качестве кисломолочного продукта была выбрана простокваша, которая достаточно широко распространена и пользуется потребительским спросом среди населения Республики Беларусь.

Согласно действующему стандарту для производства простокваши могут быть использованы бактериальные закваски на основе мезофильных лактококков, мезофильных лактококков и термофильного молочнокислого стрептококка, а также термофильного молочнокислого стрептококка. Поэтому на первом этапе работы осуществляли подбор

основной заквасочной микрофлоры, сочетание которой с пробиотическими микроорганизмами бакпрепарата позволило бы получить продукт с высокими вкусовыми характеристиками. Для этого в качестве основной заквасочной микрофлоры были исследованы бактериальные закваски, указанные в таблице 1. В качестве молочного сырья при производстве простокваши использовали обезжиренное молоко. Контролем служили образцы продуктов без добавления бакпрепарата пробиотических микроорганизмов. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Физико-химические показатели простокваши с использованием различной заквасочной микрофлоры и бакпрепарата

Наименование показателя	СБК-СМ-Мв		СБК-СМ-МТв		СБК-Тв		R-704		FRC-65		ST-BODY-1	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Титруемая кислотность, °Т	83±1	80±2	89±1	82±3	74±2	71±1	86±1	84±2	83±1	82±3	62±2	60±1
Активная кислотность, ед. рН	4,90±0,02	4,85±0,01	4,90±0,03	4,95±0,02	4,52±0,01	4,50±0,01	4,75±0,01	4,70±0,03	4,70±0,02	4,80±0,01	5,35±0,02	5,40±0,01
Наличие диацетила и ацетона	++	+++	++	+++	-	-	++	+++	++	+++	-	-

Примечание: +++ - интенсивное розовое окрашивание, ++ - розовое окрашивание, - отсутствие розового окрашивания.

Установлено (таблица 3), что исследуемые образцы простокваши с использованием бакпрепарата существенно не отличались от контрольных по титруемой и активной кислотности. Так, титруемая кислотность всех свежеприготовленных опытных образцов находилась в пределах 60–84°Т, а активная кислотность – 4,50–5,40 ед. рН.

Определено (таблица 3), что при проведении качественной реакции на наличие ароматических веществ диацетила и ацетона опытные образцы с использованием в качестве бактериальных заквасок СБК-СМ-Мв, СБК-СМ-МТв, R-704, FRC-65 отличались от контрольных более интенсивным розовым окрашиванием. Вместе с тем опытные образцы простокваши на основе бактериальных заквасок СБК-Тв и ST-BODY-1 в процессе проведения исследования не изменяли свою первоначальную окраску. Поэтому можно предположить, что при совместном использовании мезофильной заквасочной микрофлоры и пробиотических молочнокислых бактерий бакпрепарата образование диацетила и

ацетона в продуктах интенсифицируется, что может свидетельствовать об их симбиотическом влиянии друг на друга.

В результате проведения дегустации исследуемых образцов было установлено, что при добавлении бакпрепарата пробиотических микроорганизмов наблюдалось улучшение органолептических свойств всех опытных образцов простокваши по сравнению с контрольными за счет формирования более выраженного кисломолочного вкуса и запаха. При этом наибольшее количество баллов получили образцы на основе бактериальных заквасок СБК-СМ-Мв (8,9 условных баллов) и СБК-СМ-МТв (8,7 условных баллов).

Таким образом, на данном этапе работы было установлено, что для производства простокваши могут быть использованы все исследуемые виды бактериальных заквасок, состоящие как из мезофильных лактококков, мезофильных лактококков и термофильного молочнокислого стрептококка, так и термофильного молочнокислого стрептококка в отдельности.



На следующем этапе работы устанавливали оптимальные технологические параметры производства простокваши с использованием бакпрепарата пробиотических микроорганизмов. В качестве основной заквасочной микрофлоры использовали бактериальные закваски отечественного производства СБК-СМ-Мв, СБК-СМ-МТв и СБК-Тв.

Известно, что главным этапом в технологии производства простокваши является процесс сквашивания, характеризующийся двумя показателями: температурой и продолжительностью. Данные показатели существенно влияют на качественные характеристики готового продукта.

В связи с этим при производстве простокваши с использованием пробиотического бакпрепарата и бактериальной закваски мезофильных лактококков СБК-СМ-Мв процесс сквашивания проводили при температурах 26, 28, 30, 32°C, мезофильных лактококков и термофильного молочнокислого стрептококка СБК-СМ-МТв – 30, 32, 34, 36°C, термофильного молочнокислого стрептококка СБК-Тв – 37, 38, 39, 40, 41, 42°C.

Конец сквашивания устанавливали визуально по образованию сгустка и фиксировали продолжительность сквашивания. После окончания технологического процесса в исследуемых образцах определяли титруемую и активную кислотность, условную вязкость, наличие диацетила и ацетоина, оценивали органолептические свойства (вкус и запах, консистенцию). Органолептические показатели продуктов оценивали в соответствии с гедонической шкалой оценки, которая представлена в таблице 4.

Таблица 4.

Гедоническая шкала оценки органолептических показателей готового продукта

Характеристика продукта	Условный балл
Очень нравится	5
Нравится	4
Приемлемо	3
Не нравится	2
Очень не нравится	1

Результаты исследований физико-химических показателей простокваши с использованием пробиотического бакпрепарата представлены в таблице 5.

Отмечено, что с увеличением температуры сквашивания титруемая кислотность всех исследуемых образцов простокваши повышалась. При этом титруемая кислотность простокваши на основе бактериальной закваски СБК-СМ-Мв и пробиотического бакпрепарата находилась в пределах 73–87°Т. Наименьшая титруемая кислотность наблюдалась при температуре сквашивания 26°C и составила 73°Т. Максимальная титруемая кислотность простокваши составила 87°Т и наблюдалась при температуре 32°C.

При использовании бактериальной закваски СБК-СМ-МТв и пробиотического бакпрепарата титруемая кислотность образцов простокваши составила 60–75°Т. Наименьшая титруемая кислотность наблюдалась при температуре сквашивания 30°C и составила 60°Т, а максимальная титруемая кислотность 75°Т отмечена при температуре 36°C.

Таблица 5.

Физико-химические показатели простокваши с использованием различной заквасочной микрофлоры и пробиотического бакпрепарата

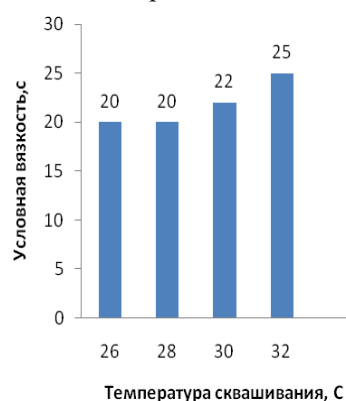
Наименование показателя	СБК-СМ-Мв				СБК-СМ-МТв				СБК-Тв					
	Температура сквашивания, °С													
	26	28	30	32	30	32	34	36	37	38	39	40	41	42
Продолжительность сквашивания, ч	12±1	12±1	10±1	10±1	9±1	9±1	8,5±0,5	8±1	6±1	6±1	6±1	6±1	5±1	5±1
Титруемая кислотность, °Т	73±1	75±2	84±3	87±1	60±1	62±2	69±1	75±3	73±1	75±2	76±2	83±3	87±1	89±1
Активная кислотность, ед. рН	4,21±0,02	4,20±0,02	4,35±0,01	4,33±0,03	4,57±0,02	4,66±0,03	4,64±0,01	4,65±0,02	4,20±0,02	4,23±0,01	4,23±0,01	4,37±0,02	4,40±0,01	4,46±0,03
Наличие диацетила и ацетоина	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	-	-	-	-	-

Примечание: +++ - интенсивное розовое окрашивание, ++ - розовое окрашивание, - отсутствие розового окрашивания.

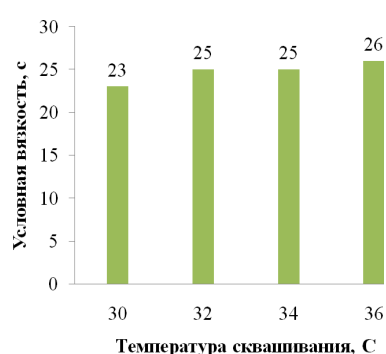
Для простокваши, выработанной на основе бактериальной закваски СБК-Тв совместно с пробиотическим бакпрепаратом, титруемая кислотность исследуемых образцов находилась в пределах 73–89°Т. Наименьшая титруемая кислотность наблюдалась при температуре сквашивания 37°С и составила 73°Т, при этом максимальная титруемая кислотность составила 89 °Т и наблюдалась при температуре 42°С.

Определено, что при проведении качественной реакции на наличие диацетила и

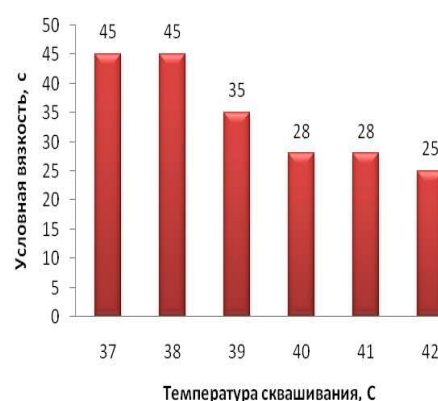
ацетона исследуемые образцы, выработанные с использованием бактериальных заквасок СБК-СМ-Мв и СБК-СМ-Тв и пробиотического бакпрепарата отличались более интенсивным розовым окрашиванием, а образцы продуктов на основе бактериальной закваски СБК-Тв в процессе проведения исследования не изменяли свою первоначальную окраску. Исследовали также консистенцию образцов простокваши путем определения условной вязкости. Полученные данные представлены на рисунке 1.



а) СБК-СМ-Мв



б) СБК-СМ-МТв



в) СБК-Тв

Рисунок 1. Зависимость условной вязкости простокваши, полученной с использованием различной заквасочной микрофлоры и пробиотического бакпрепарата, от температуры сквашивания

Определено, что с ростом температур сквашивания значения условной вязкости образцов простокваши, выработанных с использованием бактериальных заквасок СБК-СМ-Мв и СБК-СМ-МТв (рисунок 1а, 1б) увеличиваются. Это можно объяснить тем, что пробиотические мезофильные молочнокислые палочки, входящие в состав исследуемого бакпрепарата, являются малоэнергичными кислотообразователями и в совокупности с основной заквасочной микрофлорой способны образовывать эластичные сгустки, хорошо удерживающие влагу в процессе сквашивания [3].

Из рисунка 1в видно, что с ростом температур сквашивания значения условной вязкости образцов простокваши с использованием бактериальной закваски термофильного молочнокислого стрептококка СБК-Тв и пробиотического бакпрепарата уменьшаются. Это, вероятно, связано с тем, что при более высоких температурах сквашивания пробиотические мезофильные молочнокислые палочки бакпрепарата менее интенсивно развиваются и не так активно влияют на консистенцию продукта.

Была проведена дегустация исследуемых образцов простокваши по гедонической шкале оценок, представленной в таблице 4. В дегустации принимали участие 10 человек.

Из всех опытных образцов наиболее высокие условные баллы (4,5–5) имели образцы, изготовленные с использованием бактериальной закваски СБК-СМ-Мв, процесс сквашивания которых проходил при температурах 26, 28, 30°С.

При использовании бактериальной закваски СБК-СМ-Тв наиболее высокие условные баллы по гедонической шкале (4,2–4,8) получили образцы простокваши, сквашенные при температурах 30, 32, 34°С.

При исследовании простокваши, полученной с использованием бактериальной закваски СБК-Тв, наиболее высокие условные баллы (4,5–4,8) имели образцы, процесс сквашивания которых проходил при температурах 38, 39, 40°С.

Таким образом, установлено, что при производстве простокваши с использованием бакпрепарата пробиотических микроорганизмов оптимальными температурами процесса сквашивания явились следующие: $28 \pm 2^\circ\text{C}$ на основе бактериальной закваски мезофильных

лактококков СБК-СМ-Мв, $32\pm 2^\circ\text{C}$ на основе бактериальной закваски мезофильных лактококков и термофильного молочнокислого стрептококка СБК-СМ-МТв и $39\pm 1^\circ\text{C}$ на основе бактериальной закваски термофильного молочнокислого стрептококка СБК-Тв. Продолжительность сквашивания опытных образцов простокваси составила 11 ± 2 , 9 ± 1 и 6 ± 1 ч соответственно.

Согласно действующему стандарту на конечный срок годности продукта количество пробиотических микроорганизмов должно составлять не менее 10^6 КОЕ/г, а общее количество молочнокислых микроорганизмов – не менее 10^7 КОЕ/г. Поэтому в готовом продукте определяли общее количество молочнокислых микроорганизмов, пробиотических мезофильных молочнокислых палочек и бифидобактерий.

Установлено, что в свежеприготовленном продукте общее количество молочнокислых микроорганизмов составило $21\cdot 10^7$ КОЕ/г, количество пробиотических мезофильных молочнокислых палочек – $2\cdot 10^6$ КОЕ/г, количество бифидобактерий – $10\cdot 10^7$ КОЕ/г.

На основании проведенных исследований разработана технология производства простокваси с использованием пробиотического бакпрепарата (рисунок 2).

Изучены изменения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей простокваси, полученной с использованием пробиотического бакпрепарата, в процессе хранения при температуре $4\pm 2^\circ\text{C}$ в лабораторных условиях в течение 10-ти суток.

Исходя из характера протекания физико-химических и микробиологических процессов, а также органолептической оценки определено, что гарантированный срок годности простокваси, изготовленной с использованием пробиотического бакпрепарата, при температуре хранения $4\pm 2^\circ\text{C}$ в лабораторных условиях с учетом коэффициента резерва, равного 2,0, составляет не более 3 суток. На конец срока годности общее количество молочнокислых микроорганизмов в простоквасе составило $26\cdot 10^7$ КОЕ/г, пробиотических мезофильных молочнокислых палочек – $8,2\cdot 10^6$ КОЕ/г, бифидобактерий – $30\cdot 10^7$ КОЕ/г. При этом бактерии группы кишечных палочек, микроорганизмы порчи (дрожжи и плесневые грибы) в продукте в течение гарантированного срока годности не обнаружены.

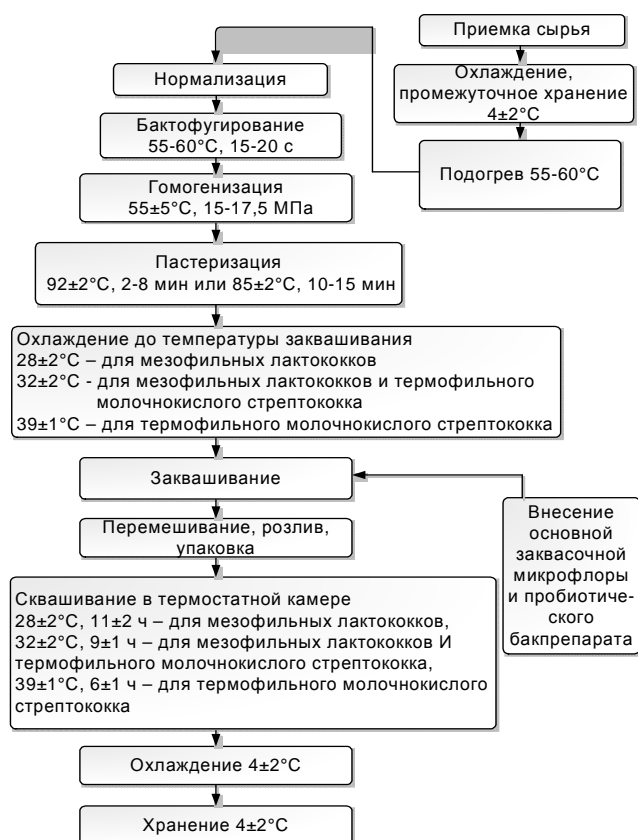


Рисунок 2. Диаграмма технологических процессов производства простокваси с использованием пробиотического бакпрепарата

Закключение

Разработана технология производства простокваси с использованием нового пробиотического бакпрепарата на основе кислотоустойчивых штаммов бифидо- и молочнокислых бактерий. Установлены оптимальные технологические параметры производства простокваси, позволяющие получить качественную продукцию, обладающую высокими потребительскими свойствами. Определен гарантированный срок годности продукта.

Литература

- [1] Ганина, В.И. Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии. Монография / В.И. Ганина.– М.: МГУПБ, 2001. – 169 с.
- [2] Шуляк, Т.Л. Подбор состава бактериального пробиотического препарата для производства кисломолочных продуктов / Т.Л. Шуляк [и др.]. // Вестник МГУП. – 2013. – №1(14). – С. 40–47.
- [3] Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб: ГИОРД, 2003. – 352с.