

ПОДБОР СОСТАВА БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Т.Л. Шуляк, О.И. Скокова, Н.Ф. Коротченко, Н.А. Головнева, Н.В. Микулич, Е.В. Борисенко

Исследовано влияние различных композиций штаммов бифидо- и лактобактерий в составе заквасочной микрофлоры на органолептические и физико-химические показатели кисломолочных продуктов: продолжительность сквашивания, титруемую и активную кислотность, условную вязкость, влагоудерживающую способность, наличие диацетила и ацетона. Выявлены наиболее перспективные композиции штаммов лактобактерий и бифидобактерий, которые могут быть включены в состав бактериального пробиотического препарата для производства ферментированных молочных продуктов функционального назначения.

Введение

В последние годы во всем мире возникает потребность в продуктах функционального назначения, которые представляют собой сложный немедикаментозный комплекс, соответствующий физиологическим потребностям организма человека и обладающий оздоровительными свойствами. Особого внимания заслуживают функциональные продукты, получаемые в результате совместного брожения основной заквасочной микрофлорой и микроорганизмами-пробиотиками, в качестве которых в последнее время чаще всего используют бифидобактерии и молочнокислые микроорганизмы рода *Lactobacillus*, поскольку они обладают ярко выраженной способностью активизировать иммунную систему и защитные функции организма и целым рядом других полезных свойств [1].

Ранее нами были проведены исследования по изучению технологических свойств отдельных штаммов бифидо- и лактобактерий из коллекции лаборатории молочнокислых и бифидобактерий ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Республики Беларусь» [2]. В результате проведенной работы были отобраны наиболее перспективные штаммы, обладающие хорошими технологическими свойствами, которые рекомендованы для создания нового бактериального пробиотического препарата (далее бакпрепарат).

В этой связи целью работы является подбор состава бактериального пробиотического препарата бифидо- и лактобактерий для создания на его основе ферментированных молочных продуктов функционального назначения.

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве объектов исследования использовали бакпрепараты на основе штамма лактобактерий № 8 с содержанием жизнеспособных клеток $2,7 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г, штамма лактобактерий № 9 с содержанием жизнеспособных клеток $1,5 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г, штамма бифидобактерий № 12 с содержанием жизнеспособных клеток $3,4 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г, а также смеси штаммов № 8, 9, 12 (1:1:1) с содержанием жизнеспособных клеток $1,8 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г. Бакпрепараты получены лабораторией молочнокислых и бифидобактерий ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Республики Беларусь» способом лиофильной сушки. Бакпрепараты вносили в молочное сырье в количестве, обеспечивающем содержание в готовом продукте пробиотических культур не менее 10^7 КОЕ/г. Дозу рассчитывали исходя из активности препарата, требуемого уровня содержания микроорганизмов в готовом продукте, а также количества вырабатываемого продукта.

Бакпрепараты применяли в производстве кисломолочных продуктов одновременно с основной заквасочной микрофлорой, характеристика которой представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика бактериальных заквасок и концентратов для кисломолочных продуктов

Наименование бактериальной закваски или концентрата	Состав микрофлоры	Страна - изготовитель	Температура сквашивания, °С
СБК-СМ-Мв	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>	Республика Беларусь	28±2
СБК – СМ - МТВ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> .	Республика Беларусь	32±2
СБК-ТВ	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Республика Беларусь	38±1
XPL - 1	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>	Chr. Hansen (Дания)	32±2
УС - 180	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	Chr. Hansen (Дания)	42±1
ST –BODY - 1	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Chr. Hansen (Дания)	38±1

После образования сгустков в образцах продуктов фиксировали продолжительность сквашивания, определяли титруемую и активную кислотности, условную вязкость, влагоудерживающую способность, наличие диацетила и ацетоина, а также органолептические показатели (вкус и запах, консистенция).

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 °С, влагоудерживающую способность по объему выделившейся сыворотки из сгустка после центрифугирования. 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 ацетон оценивали визуально.

Таблица 2 – Условная балльная 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

Органолептические показатели кисломолочных продуктов оценивали в соответствии с разработанной условной десятибалльной шкалой, представленной в таблице 2.

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.

На первом этапе проводили исследования молочных продуктов, изготовленных с использованием бакпрепарата на основе смеси штаммов молочнокислых бактерий № 8, 9 и бифидобактерий № 12 в соотношении 1:1:1 соответственно.

В качестве молочного сырья при производстве кисломолочных продуктов использовали обезжиренное молоко. Контролем служили образцы продуктов без добавления бакпрепарата пробиотических микроорганизмов. Результаты исследований представлены в таблице 3 и на рисунке 1.

Таблица 3 –Физико-химические показатели кисломолочных продуктов с использованием различной заквасочной микрофлоры и бакпрепарата на основе смеси штаммов № 8, 9, 12 (1:1:1)

Наименование показателя	XPL-1		ST-BODY		YC-180		СБК-СМ-Мв	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Титруемая кислотность, °Т	56±1	86±1	57±2	73±1	56±1	77±2	93±1	89±2
Активная кислотность, ед.рН	4,72 ±0,03	4,52 ±0,01	4,78 ±0,02	4,59 ±0,02	4,72 ±0,02	4,62 ±0,04	4,40 ±0,03	4,48 ±0,02
Условная вязкость при t 4 °С, с	28±2	26±1	39±1	34±2	51±3	45±1	47±2	40±1
Наличие диацетила и ацетона	++	+++	□	□	□	□	++	+++

Примечание: ++ розовое окрашивание; +++ интенсивное розовое окрашивание

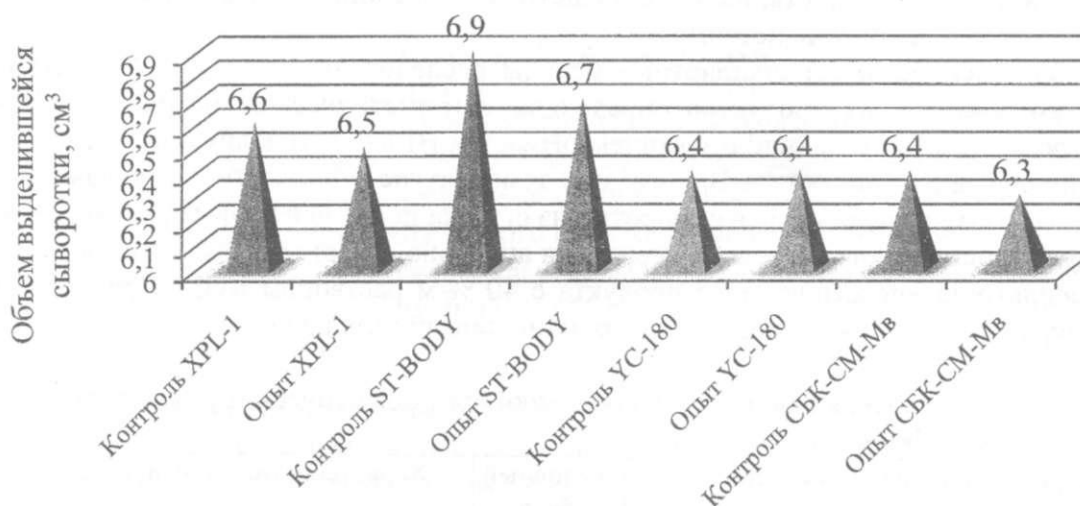


Рисунок 1 – Влагодерживающая способность сгустков, полученных с использованием различной заквасочной микрофлоры и бакпрепарата на основе смеси штаммов № 8, 9, 12 (1:1:1)

Определено, что продолжительность сквашивания всех опытных образцов не отличалась от контрольных и составляла: для продукта на основе XPL-1 – 10±2 ч при температуре (32±2) °С, для продукта на основе ST-BODY – (6±1) ч при температуре (38±1) °С, продукта на основе YC-180 – (7±1) ч при температуре (42±1) °С, для продукта на основе СБК-СМ-Мв – (11±1) ч при температуре (28±2) °С.

Согласно таблице 3 практически все опытные образцы продуктов, за исключением образца на основе СБК-СМ-Мв, отличались более высокими значениями титруемой кислотности –

73–86 °Т, по сравнению с контрольными, титруемая кислотность которых составила 56–57 °Т. Вместе с тем титруемая кислотность всех опытных образцов находилась в допустимых пределах для соответствующих традиционных продуктов, вырабатываемых на основе исследуемых бактериальных заквасок и концентратов. Для большинства опытных образцов значения рН были несколько ниже, чем для контрольных.

Как известно, количественной характеристикой консистенции кисломолочных продуктов является условная вязкость и влагоудерживающая способность сгустка. При этом реологические свойства, а также влагоудерживающая способность и синергетические свойства кисломолочных продуктов зависят от состава молока, режимов тепловой и механической обработки, однако во многом – от дозы и состава используемой бактериальной закваски. Так, введение в состав заквасок энергичных кислотообразователей способствует получению плотного колющегося сгустка с интенсивным отделением сыворотки, а введение малоэнергичных кислотообразователей – образованию сгустка с более выраженными эластичными свойствами [3].

Выявлено (таблица 3), что по условной вязкости опытные образцы кисломолочных продуктов существенно не отличались от контрольных. При этом влагоудерживающая способность сгустков опытных образцов была практически на уровне с контрольными, а в некоторых образцах даже несколько выше. Это можно объяснить тем, что штаммы лактобактерий № 8, 9, входящие в состав исследуемого бакпрепарата, очевидно, являются малоэнергичными кислотообразователями и в совокупности с основной заквасочной микрофлорой способны образовывать эластичные сгустки, хорошо удерживающие влагу в процессе сквашивания.

Многочисленные продукты брожения глюкозы играют важную роль в формировании вкуса и аромата кисломолочных продуктов, которые во многом зависят от степени накопления ароматических веществ, в первую очередь, летучих карбонильных и кетонных соединений. Роль этих соединений огромна – они определяют не только вкусовые достоинства и качество продуктов, но имеют большое физиологическое значение, так как способствуют выделению пищеварительных соков и обеспечивают хорошую усвояемость продукта человеком. Кроме того, они влияют на спрос потребителя, формируя его привычки и традиции. Так, специфический вкус и аромат кисломолочным продуктам придают карбонильные ароматические вещества диацетил и ацетоин, которые являются продуктами метаболизма ароматобразующих молочнокислых бактерий – *Lac. diacetylactis*, *Leuc. cremoris* и *Leuc. dextrans*. Кроме того, их могут продуцировать, однако в меньших количествах, и лактобактерии *Lbc. casei*, *Lbc. plantarum*, *Lbc. brevis*.

Установлено (таблица 3), что опытные образцы с использованием в качестве бактериальных заквасок ХРЛ-1 и СБК-СМ-Мв и бакпрепарата на основе смеси штаммов № 8, 9, 12 при проведении качественной реакции на наличие в них диацетила и ацетона отличались от контрольных более интенсивным розовым окрашиванием. Напротив, опытные образцы продуктов на основе бактериальных заквасок ST-BODY и YC-180 в процессе проведения исследования не изменяли свою первоначальную окраску. В этой связи можно сделать вывод, что в составе изучаемого бакпрепарата нет штаммов лактобактерий, способных образовывать ароматические вещества диацетил и ацетоин, а изменение окраски опытных и контрольных образцов продуктов обусловлено именно основной заквасочной микрофлорой, в частности, *Leuc. cremoris*, *Lac. diacetylactis*. Однако следует отметить, что при совместном использовании в качестве основной бактериальной закваски мезофильной заквасочной микрофлоры и лактобактерий бактериального пробиотического препарата образование диацетила и ацетона в продуктах интенсифицируется, что свидетельствует об их симбиотическом влиянии друг на друга. Результаты органолептической оценки исследуемых образцов представлены на рисунке 2. Данные представляют собой средние арифметические значения оценок дегустаторов.

Обнаружено (рисунок 2), что использование при производстве кисломолочных продуктов бакпрепарата на основе смеси штаммов № 8, 9, 12 способствует в некоторой степени ухудшению органолептических свойств готовых продуктов по сравнению с контрольными образ-

цами. Поэтому по органолептической оценке опытные образцы получили более низкие условные баллы по сравнению с контрольными. При этом опытные образцы имели недостаточно выраженный кисломолочный вкус с некоторым посторонним привкусом, иногда отмечалось послевкусие с легкой горечью. В связи с этим на следующем этапе работы проводили исследования по установлению оптимальных соотношений бакпрепаратов штаммов бифидо- и лактобактерий в составе бакпрепарата, позволяющих обеспечить пробиотические свойства продукта, не ухудшая при этом его органолептические и физико-химические показатели. Для этого составляли композиции из бакпрепаратов на основе отдельных штаммов в разных соотношениях и проверяли возможность использования этих композиций в производстве кисломолочных продуктов. Состав исследуемых композиций представлен в таблице 4.

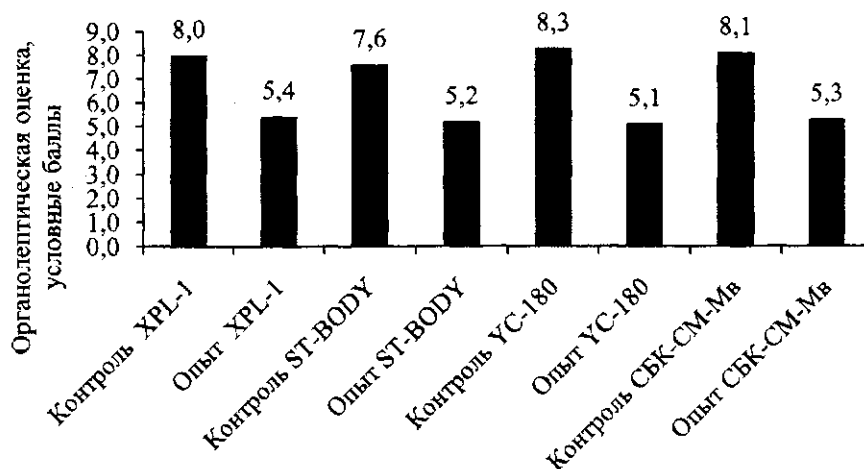


Рисунок 2 – Диаграмма органолептической оценки кисломолочных продуктов с использованием бакпрепарата на основе смеси штаммов № 8, 9, 12 (1:1:1)

Таблица 4 – Состав композиций бакпрепаратов

Номер композиции	Номера штаммов	Соотношение штаммов
1	8, 9, 12	1:1:2
2	8, 9, 12	1:2:2
3	8, 12	1:1
4	8, 12	1:3
5	8, 12	3:1
6	9, 12	1:1
7	9, 12	1:3
8	9, 12	3:1

Вырабатывали кисломолочные продукты простоквашу и йогуртный продукт. Молочным сырьем при производстве вышеуказанных продуктов явилось обезжиренное молоко. В качестве заквасочной микрофлоры для получения простокваши использовали бакконцентрат мезофильных лактококков СБК-СМ-Мв, при производстве йогуртного продукта – бактериальную закваску прямого внесения YC-180, состоящую из термофильного молочнокислого стрептококка и болгарской палочки. С основной заквасочной микрофлорой в подготовленное к сквашиванию обезжиренное молоко вносили композиции бакпрепаратов, указанные в таблице 4. При этом исследуемые композиции вносили в молоко в количествах, обеспечивающих содержание в готовом продукте пробиотических культур не менее 10^7 КОЕ/г. Контролем служили образцы продуктов без добавления пробиотических микроорганизмов. После окончания технологического процесса в исследуемых образцах оценивали органолептические свойства (вкус и запах, консистенцию), фиксировали продолжительность сквашивания, определяли титруемую и активную кислотность, условную вязкость и влагоудерживающую способность, наличие диацетила и ацетоина. Результаты исследований представлены в таблице 5 и на рисунке 3.

Таблица 5 – Физико-химические показатели простокваши и йогуртного продукта с использованием различных композиций бакпрепаратов

Номер композиции	Простокваша				Йогуртный продукт			
	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность, рН	Условная вязкость при t 4 °С, с	Наличие диацетила и ацетона	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность, рН	Условная вязкость при t 4°С, с	Наличие диацетила и ацетона
Контроль	95±1	4,33±0,02	20±2	++	74±1	4,47±0,04	23±2	–
Композиция № 1	100±2	4,29±0,04	21±1	++	75±2	4,45±0,04	24±3	–
Композиция № 2	98±1	4,31±0,03	23±3	+++	73±1	4,49±0,03	24±2	–
Композиция № 3	95±1	4,32±0,01	19±2	++	67±2	4,57±0,01	24±3	–
Композиция № 4	100±2	4,28±0,02	21±2	++	68±2	4,55±0,02	23±2	–
Композиция № 5	98±1	4,30±0,02	22±1	++	72±1	4,51±0,02	23±2	–
Композиция № 6	103±2	4,27±0,01	22±2	+++	70±1	4,52±0,03	22±1	–
Композиция № 7	94±2	4,30±0,03	23±3	+++	69±2	4,54±0,02	21±1	–
Композиция № 8	100±3	4,29±0,04	21±2	++	69±2	4,54±0,01	24±2	–

Примечание: +++ интенсивное розовое окрашивание, ++ розовое окрашивание.

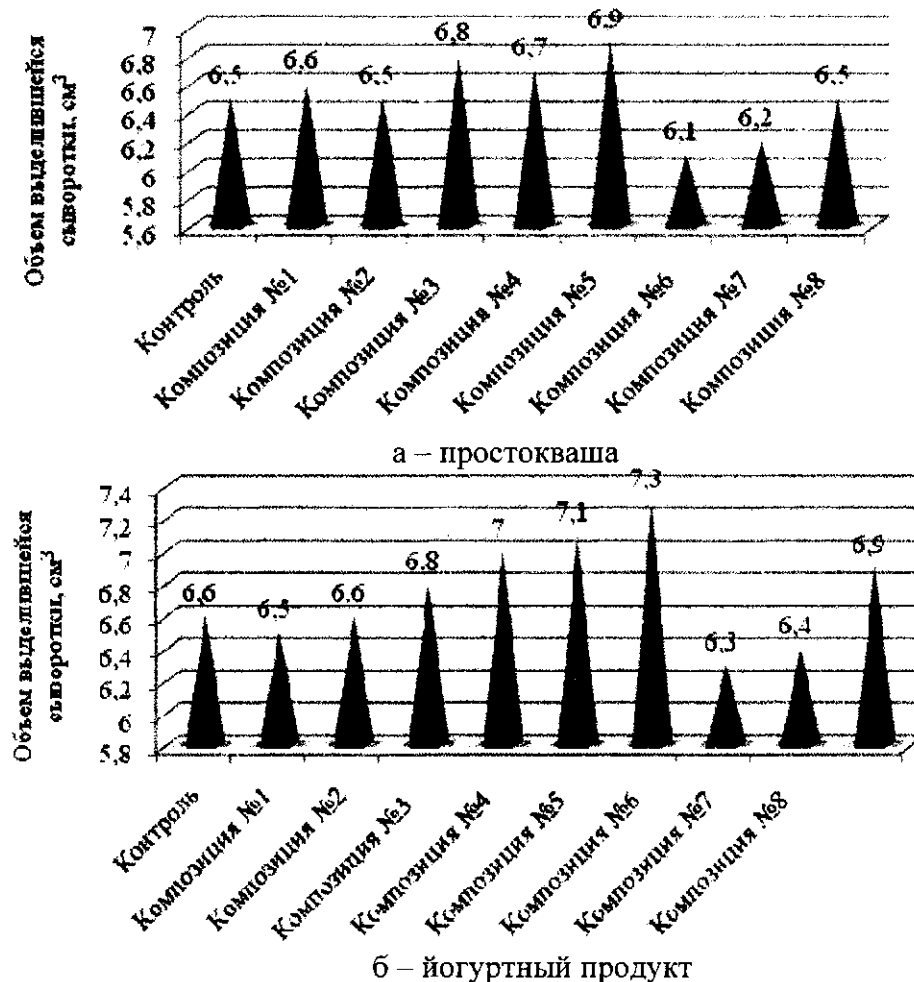


Рисунок 3 – Влагоудерживающая способность сгустков, полученных с использованием различных композиций бакпрепаратов

Продолжительность ферментации при производстве исследуемых образцов с использова-

нием различных композиций бакпрепаратов не отличалась от контрольных и составляла для простокваши в среднем (10 ± 1) ч при температуре (28 ± 2) °С, для йогуртного продукта – (6 ± 1) ч при температуре (42 ± 1) °С.

Обнаружено (таблица 5), что исследуемые образцы кисломолочных продуктов не отличаются от контрольных также по титруемой и активной кислотности, условной вязкости. Титруемая кислотность всех свежеприготовленных образцов находилась в пределах $94\text{--}103^\circ\text{T}$ для простокваши, $67\text{--}75^\circ\text{T}$ для йогуртного продукта и соответствовала традиционным продуктам данных групп. Условная вязкость исследуемых образцов простокваши при температуре 4 °С составила 19–23 с, йогуртного продукта – 21–24 с. Наибольшую влагоудерживающую способность (рисунок 3) имели сгустки простокваши и йогуртного продукта, полученные с использованием композиций № 1, 2, 6, 7, 8. Совместное использование мезофильной заквасочной микрофлоры и лактобактерий бактериального пробиотического препарата при производстве простокваши интенсифицирует образование диацетила и ацетона в продуктах.

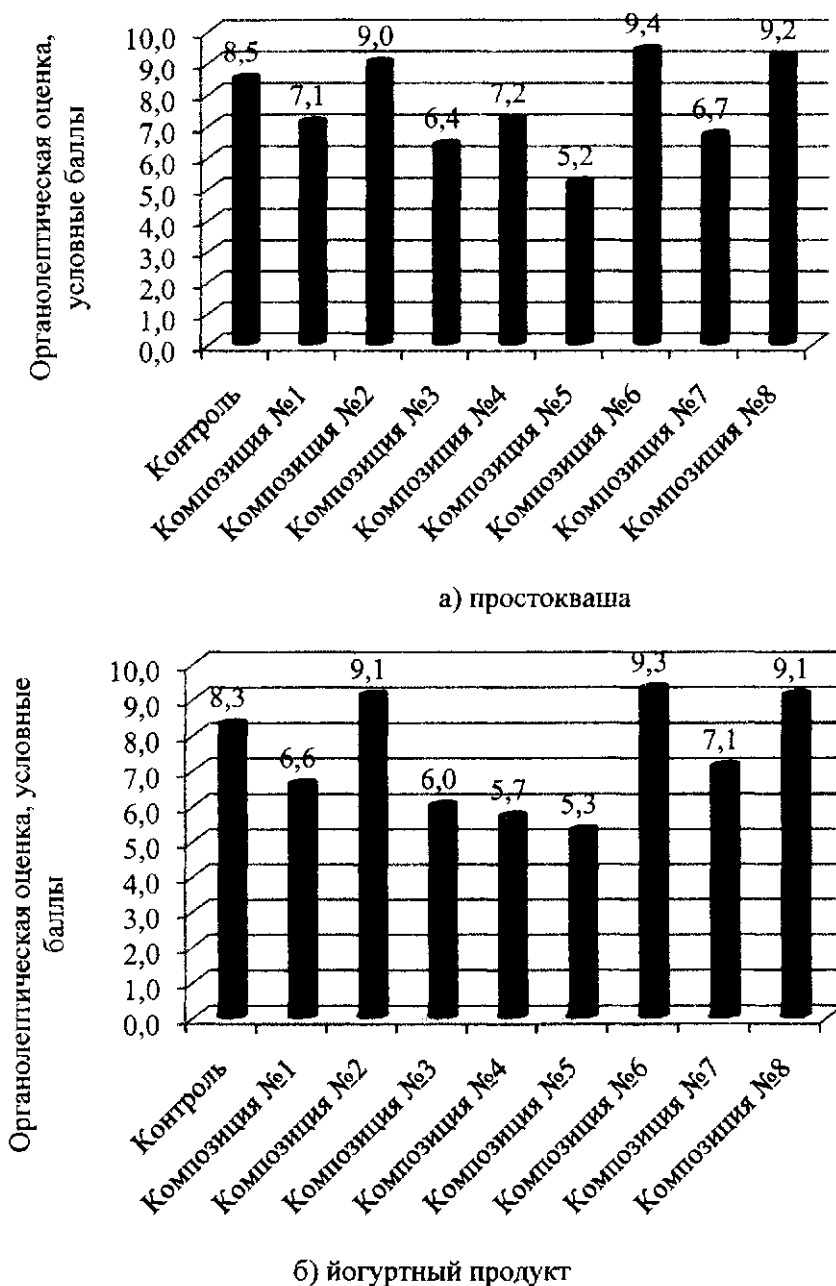


Рисунок 4 – Диаграммы органолептической оценки кисломолочных продуктов с использованием различных композиций бакпрепаратов

Кроме того, для выявления образцов, обладающих хорошими органолептическими характеристиками, была проведена дегустация исследуемых кисломолочных продуктов по разработанной условной десятибалльной шкале оценок, представленной ранее.

Установлено (рисунок 4), что по органолептическим свойствам среди всех исследуемых образцов были выделены продукты, изготовленные с использованием композиций № 2, 6, 8 на основе штаммов № 8, 9 и 12 в соотношении 1:2:2 и штаммов № 9, 12 в соотношениях 1:1 и 1:3, которые получили по органолептической оценке наибольшие условные баллы: 9,0 – 9,4 для простокваши и 9,1 – 9,3 для йогуртного продукта. Вышеуказанные образцы продуктов имели вкус и запах чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов и однородную консистенцию, вязкую для простокваши и в меру плотную для йогуртного продукта. Однако следует отметить, что образцы продуктов с композициями, в составе которых преобладал штамм № 8, имели невыраженный кисломолочный или пустой вкус и запах или привкус горечи. Результаты органолептической оценки образцов представлены на рисунке 4.

Заключение

На основании проведенных исследований установлено, что для включения в состав бактериального пробиотического препарата могут быть рекомендованы композиции штаммов лакто- и бифидобактерий № 8, 9, 12 в соотношении 1:2:2 соответственно или штаммов № 9 и 12 в соотношениях 1:1 либо 1:3 соответственно. Рекомендуемые композиции штаммов в составе бакпрепарата позволяют обеспечить пробиотические свойства кисломолочных продуктов и их высокие органолептические и физико-химические показатели.

Литература

- 1 Ганина, В.И. Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии. Монография / В.И. Ганина.– М.: МГУПБ, 2001. – 169 с.
- 2 Шуляк, Т.Л. Исследование технологических свойств штаммов пробиотических микроорганизмов / Т.Л. Шуляк [и др.]. // Вестник МГУП. – 2012. – № 1(12). – С. 8–13.
- 3 Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб: ГИОРД, 2003. – 352 с.

Поступила в редакцию 14.06.2013