

УДК 579.6

ИЗУЧЕНИЕ КИСЛОТООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ПОСТОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА

Курбаналиева З. М. – студентка, Туребаева Т. – студентка, Тасыбаева Ш.Б. – руководитель, Нарымбаева З.К. – руководитель

ЮКГУ- Южно-Казахстанский государственный университет им.М. Ауезова, Казахстан, Шымкент, e-mail:kurbanalievazulfiya@mail.ru

Рассматриваются ассоциации молочнокислых бактерий, составляющих основу заквасок при производстве йогуртов, также рассматривается кислотообразующая способность и постокислительная активность молочнокислых бактерий как в отдельности, так и в консорциуме при производстве йогурта. Прделаны работы по определению оптимальных вариантов заквасок.

Ключевые слова: закваски, молочнокислые бактерии, термофильный стрептококк, болгарская палочка.

STUDY OF ACID-FORMING ABILITY AND PEROXIDATIVE ACTIVITY OF LACTIC-ACID BACTERIA IN PRODUCTION OF YOGHURT

Kurbanalieva Z.M.

SKSU- South Kazakhstan State University named after M. Auezova, Kazakhstan, Shymkent, e-mail: kurbanalievazulfiya@mail.ru

Associations of lactic acid bacteria, which form the basis of starter cultures in the production of yoghurt, are examined, and the acid-forming ability and post-oxidative activity of lactic acid bacteria both individually and in a consortium in the production of yogurt are also considered. Work has been done to determine the optimal options for starter cultures.

Keywords: starter cultures, lactic acid bacteria, thermophilic streptococcus, Bulgarian bacillus.

На данный момент экологическая обстановка в мире оценивается как катастрофическая. Казахстан также переживает экологический кризис, вследствие загрязнения воздуха, водных и земельных ресурсов из-за роста добычи и переработки полезных ископаемых, роста числа автомобилей, строительства большого числа заводов, высыхания Аральского моря и ряда других причин. Все эти факторы несомненно оказывают огромное влияние на здоровье населения [1].

Питание является основным фактором, определяющим физическое и умственное развитие, сопротивляемость человеческого организма к отрицательным воздействиям, его трудоспособность, продолжительность жизни. Наиболее ценным в пищевом и биологическом отношении, являются молоко и молочные продукты [2].

Кисломолочные продукты в силу специфических свойств и направленного воздействия на организм человека приобретают всю большую популярность во всем мире. На предприятиях Казахстана по добыче и переработке различных полезных ископаемых выдается «молоко за вредность» для поддержания сопротивляемости организма к воздействию токсических веществ [3].

В основе производства кисломолочных продуктов лежат микробиологические процессы. Следовательно, качество кисломолочных продуктов зависит от качества заквасок, используемых для их производства, что определяется свойствами микроорганизмов, входящих в их состав [4].

Цель работы: изучение ассоциации молочнокислых бактерий, составляющих основу закваски для йогуртов; изучение кислотообразующей способности и постокислительной активности молочнокислых бактерий как в отдельности, так и в консорциуме, входящих в состав заквасок при производстве йогуртов.

Функция заквасочных культур состоит в том, чтобы ферментировать лактозу (молочный сахар) для производства молочной кислоты. Увеличение молочной кислоты снижает pH и вызывает сгущение молока или образование мягкого геля, характерного для йогурта. Ферментация лактозы также производит ароматические соединения, которые характерны для йогурта.

Эти два организма имеют симбиотические отношения во время производства йогурта, причем соотношение *S. thermophilus* и *L. bulgaricus* постоянно меняется. Поначалу *S. thermophilus* быстро растет с использованием незаменимых аминокислот. Кислоты, продуцируемые *L. bulgaricus*.

S. thermophilus производит молочную кислоту, которая снижает pH до более оптимального уровня для роста *L. bulgaricus*, наряду с меньшим количеством муравьиной кислоты, которая стимулирует рост болгарской палочки.

Рост *S. thermophilus* затем замедляется, в то время как *L. bulgaricus* еще больше снижает рН, продуцируя молочную кислоту.

рН коммерческого йогурта обычно находится в диапазоне от 3,7 до 4,3.

S. thermophilus производит некоторое количество диацетила, который придает йогурту кремовый или маслянистый вкус, тогда как *L. bulgaricus* производит ацетальдегид, который помогает придать йогурту его характерный острый аромат.

Оба организма вырабатывают молочную кислоту в качестве основного продукта ферментации. Для правильного развития вкуса, соотношение *S. thermophilus* к *L. bulgaricus* должно быть в диапазоне от 1: 1 до 3: 1.

Состав йогурта примерно такое же как молоко, из которого оно было сделано.

Другие бактериальные культуры, такие как *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus subsp. casei* и бифидобактерии могут быть добавлены в йогурт в качестве пробиотических культур. Пробиотические культуры полезны для здоровья человека, улучшая пищеварение лактозы, желудочно-кишечные функции и стимулируя иммунную систему.

Материалы и методы исследований

1 Методика приготовления бактериальной закваски

Отбор молока. Для приготовления закваски отбирают свежее молоко (без примеси молозива, маститного молока, антибиотиков), без постороннего вкуса и запаха, нормальной консистенции и цвете, с плотностью не ниже 1026 кг/м³, кислотностью 16-18°Т, 1 группы по чистоте и 1 класса по редуказной пробе. Молоко используют сборное от здоровых коров. От одной коровы молоко, даже если оно первого сорта, брать для закваски не рекомендуется, так как индивидуальные особенности коровы могут оказать нежелательное влияние на состав молока и на развитие молочнокислых бактерий. Если закваска с первой же пересадки имеет нечистый вкус, слабый сгусток или другие пороки, то надо сменить молоко. Качество молока для закваски проверяют не реже двух раз в неделю.

Подготовка и тепловая обработка молока. Для первичной (материнской) закваски, независимо от способа её приготовления, молоко стерилизуют при 1 атм. в течение 15-20 мин. или кипятят 30 мин. или пастеризуют при 95°С с выдержкой при этой температуре в течение 1 часа. Для приготовления вторичной и производственной закваски, для активизации сухого бактериального препарата молоко пастеризуют при 95°С в течение 45 мин. Во время пастеризации молоко несколько раз перемешивают и снимают образующуюся пену и альбуминовую пленку. Молоке после пастеризации категорически запрещается переливать в

другую посуду, так как это приводит к его загрязнению посторонней микрофлорой и ухудшению качества закваски.

Для равномерного распределения сухой закваски заквашенное молоко тщательно перемешивают после внесения культуры и через 1-2 часа выдержки, затем молоко оставляют в покое до образования плотного сгустка; при активизации бак. препарата - до кислотности 35-45°Т. Посуда должна быть закрыта крышками или пергаментом. Колбы с заквашенным молоком помещают в термостат с заданной температурой. Необходимо следить за температурой сквашивания, не допуская отклонения её более, чем на 2°С. Большой перепад температуры приводит к замедлению окрашивания молока, развитию остаточной микрофлоры, вследствие замедленного нарастания кислотности, и появлению в закваске различных пороков.

После сквашивания закраску охлаждают до 4-8°С и хранят: первичную и вторичную до пересадки; производственную - используют при выработке молочной продукции или хранят при этой температуре не более суток. Перед внесением в молоко первичной или пересадочной закваски верхний слой её, толщиной в 2-3 см снимают и тщательно перемешивают.

При активизации бактериального препарата молоко по достижении кислотности 35-45°Т быстро охлаждают до 4-6°С и в охлажденном состоянии сохраняют до момента использования (в течение суток).

2 Методика определения кислотообразующей способности молочнокислых бактерий

Для определения кислотообразующей способности 2% лабораторной закваски термофильного молочнокислого стрептококка вносили в 200 мл 9%-ного стерилизованного обезжиренного молока (90 г обезжиренного молока растворяют в 1 л водопроводной воды постепенно перемешивая каждые 1,5-2 часа при комнатной температуре, разливают в колбы и стерилизуют при 121°С в течение 10 минут) и выдерживали в термостате до образования сгустка при температуре 37°С. Закваску до использования хранили при температуре 4°С не более 2 суток.

По 2% полученной закваски вносили в 4 колбы с 200 мл 9%-ного обезжиренного молока и выдерживали по 2 колбы в термостате при температурах 37°С и соответственно 42°С.

В первых двух колбах рН определяли после образования сгустка, а в двух других колбах - через 24 часа после термостатирования.

Для определения кислотообразующей способности болгарской палочки использовали эту же методику.

3 Методика определения постокислительной активности молочнокислых бактерий

В три колбы заливали по 200 мл 9%-ного обезжиренного молока(90г сухого обезжиренного молока растворяют 1,5-2 часа при комнатной температуре в 1 л водопроводной воды с последующим нагреванием текучим паром), и в каждую из трех пробирок вносили 2% закваски и выдерживали при температуре 42°C до образования сгустка. После термостатирования в первой колбе определяли рН и вязкость, а оставшиеся две колбы в холодильник при температуре 4°C.

Вязкость и рН определяли через 24 часа и через 14 дней хранения. Перед проведением измерения колбу доставали из холодильника, выдерживали при комнатной температуре и при 20°C проводил измерения рН и вязкости.

Данной методикой определяли постокислительную способность термофильного стрептококка и болгарской палочки отдельно друг от друга.

Основная часть

Результаты эксперимента

При определении кислотообразующей способности 3 штаммов термофильных молочнокислых стрептококков было установлено, что предел кислотообразования исследованных штаммов при термостатировании в течение 24 часов при температуре 42°C составлял рН 4,13-4,29, а при термостатировании при температуре 37 °С, рН составлял 4,15-4,28.

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1- Изменение рН и вязкости в процессе сквашивания молока *Streptococcus thermophilus* при температуре 42°C

№ штамма	рН через 5 часов	Через 24 часа		Через 14 дней	
		рН	Вязкость	рН	Вязкость
ЗУ-1	4,90	4,72	188	4,57	115
ЗУ-2	5,15	4,81	103	4,79	66
ЗУ-3	4,98	4,52	44	4,46	28
ЗУ-4	5,54	4,85	44	4,81	42

Из приведенных табличных данных видно, что после сквашивания исследованными штаммами термофильного стрептококка рН составлял 4,90-5,54. Через 24 часа хранения изменения рН составили 4,52-4,85.

Через 14 дней хранения изменения рН колебались в пределах от 4,46 до 4,81. Вязкость как видно из данных вышеприведенной таблицы снижалась в процессе хранения.

Результаты исследований по болгарской палочке приведены в таблице 2.

Таблица 1-Изменение рН и вязкости в процессе сквашивания молока *Lactobacillus bulgaricus* при температуре 42°C

№ штамма	рН через 5 часов	Через 24 часа		Через 14 дней	
		рН	Вязкость	рН	Вязкость
ЗК-11	4,90	3,58	124	3,36	120
ЗК-2	5,49	4,47	46	3,50	60
ЗК-13	4,36	3,77	35	3,38	17
ЗК-40	4,61	3,51	64	3,43	83

Как видно из данных таблицы 2, после сквашивания молока рН для разных штаммов колебалось в пределах 4,36-5,49. В процессе хранения происходило значительное снижение рН и через 14 дней хранения значение рН колебалось в пределах от 3,36 до 3,5. Изменение вязкости было незначительным.

Из штаммов, обладающих низкой постокислительной способностью были составлены закваски. Комбинации штаммов подбирались следующим образом: 95% *Streptococcus thermophilus* и 5% *Lactobacillus bulgaricus*.

Закваски составлялись в трех вариантах:

1) Оба штамма (*Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*) образовывали вязкий сгусток;

2) Штамм *Streptococcus thermophilus*, образующий вязкий сгусток и штамм *Lactobacillus bulgaricus*, образующий невязкий сгусток;

3) Штамм *Streptococcus thermophilus*, образующий невязкий сгусток и штамм *Lactobacillus bulgaricus*, образующий вязкий сгусток.

Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3-Изменение рН и вязкости в процессе сквашивания заквасками и хранения при температуре 4-6°C

№ штамма	После сквашивания			Через 14 дней	
	Время,ч	рН	Вязкость,сек	рН	Вязкость,сек

Закваски, составленные из вязких штаммов <i>Streptococcus thermophilus</i> и вязких штаммов <i>Lactobacillus bulgaricus</i>					
ЗК-11+ ЗУ-1	3,5	4,81	360	4,45	100
ЗК-2+ ЗУ-1	3,5	4,71	173	4,49	95
ЗК-40+ ЗУ-3	3,5	4,78	119	4,56	110
Закваски, составленные из вязких штаммов <i>Streptococcus thermophilus</i> и невязких штаммов <i>Lactobacillus bulgaricus</i>					
ЗК-2+ ЗУ-2	3,5	4,71	33	4,51	30
ЗК-40+ ЗУ-3	3,5	5,13	12	4,76	20
ЗК-13+ ЗУ-1	3,5	5,21	25	4,82	23
Закваски, составленные из невязких штаммов <i>Streptococcus thermophilus</i> и вязких штаммов <i>Lactobacillus bulgaricus</i>					
ЗК-40+ ЗУ-2	4	4,91	91	4,62	25
ЗК-13+ ЗУ-1	4	4,86	167	4,56	90
ЗК-2+ ЗУ-4	4	4,80	102	4,69	53

Закваски, составленные из вязких штаммов *Streptococcus thermophilus* и вязких штаммов *Lactobacillus bulgaricus* образовывали вязкий сгусток и после сквашивания. В течение 14 дней в процессе хранения вязкость сгустка несколько снижалась, однако оставалась на достаточно высоком уровне. Так рН после сквашивания составляла 4,71-4,81, а после 14 дней-4,45-4,56.

Закваски, составленные из вязких штаммов *Streptococcus thermophilus* и невязких штаммов *Lactobacillus bulgaricus* образовывали вязкий сгусток, вязкость в процессе хранения несколько снижалась, однако оставалась на довольно высоком уровне. Так значение рН после сквашивания колебалось от 4,71 до 5,21, а после 14 дней-4,51-4,82.

Закваски, составленные из невязких штаммов *Streptococcus thermophilus* и вязких штаммов *Lactobacillus bulgaricus* после сквашивания образовывали невязкий сгусток, который в процессе хранения изменялся незначительно. Так значение рН после сквашивания колебалось от 4,80 до 4,91, а после 14 дней-4,56-4,69.

Выводы

При производстве йогуртов используют штаммы *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*, обладающие высокой или умеренной кислотообразующей активностью в процессе сквашивания молока, причем оптимальное значение рН(4,4-4,5) достигается за непродолжительное время. В процессе хранения йогурта наблюдается дальнейшее нарастание кислотности, что может отрицательно сказываться на физико-химических и

органолептических показателях продукта, в связи с чем, при в йогуртовых заквасках перспективно использовать культуры *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*, обладающих низкой постокислительной активностью.

Проведен анализ окислительной активности и кислотообразующей способности штаммов *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus* по отдельности и в консорциуме.

Таким образом, исходя из выше проделанных работ, можно сделать следующие выводы: наиболее оптимальными вариантами заквасок являются закваски, в состав которых входят штаммы термофильного молочнокислого стрептококка ЗУ-1 и ЗУ-3, образующие вязкий сгусток болгарской палочки ЗК-11, ЗК-2 и ЗК-40, ЗК-13, образующие вязкий и невязкий сгусток.

Список использованной литературы

1 Асонов, Н. Р. Микробиология/Н.Р. Асонов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос-Пресс, 2012. – 352с.

2 Артюхова С.И., Толстогузова Т.Т. «Изучение биотехнологических свойств молочнокислых бактерий для функционального питания» // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.-65с.

3 Бредихин С.А., Космодемгенский Ю.В., Юрин В.Н. «Технология молока и молочных продуктов» - М. «Колос» 2003. -105с.

4 Белясова, Н.А. Микробиология молочных производств: Учебник / Н.А. Белясова. - Мн.: Высшая шк., 2012. - 443 с.

5 Бондарева Г.И. Изучение биотехнологических свойств микробного консорциума // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 6. –80-81с.

6 Степаненко П. П. Микробиология молока и молочных продуктов.—М.: Лира, 2012.— 413с.

7 Тихомирова, Н.А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов / Н.А Тихомирова. –М.: Де Липринт, 2007. - 560с.