

ПОДБОР ЗАКВАСКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОБИОТИЧЕСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ИЗ ТОПЛЕННОГО МОЛОКА

Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, Н.К. Загдай

Исследованы свойства кисломолочного продукта на основе топленого молока в зависимости от соотношения ацидофильной палочки и термофильного молочнокислого стрептококка в составе закваски и температуры сквашивания в диапазоне 37 °С – 45 °С. Определено содержание пробиотической культуры ацидофильной палочки в свежеработанном продукте и при его хранении. Исследованы структурно-механические свойства продукта в зависимости от температуры сквашивания. Обоснованы технологические параметры производства пробиотического кисломолочного продукта из топленого молока с использованием закваски термофильного стрептококка и ацидофильной палочки, обеспечивающие получение продукта высокого качества.

Введение

В молочной промышленности существует ряд продуктов, изготавливаемых из топленого молока (молоко топленое, ряженка). Они пользуются популярностью у населения в виду своего специфического вкуса, который формируется в процессе топления молока. Усвояемость кисломолочных продуктов выше усвояемости молока, так как они воздействуют на секреторную деятельность желудка и кишечника, в результате чего железы пищеварительного тракта интенсивнее выделяют ферменты, ускоряющие переваривание пищи. Помимо улучшения секреторной деятельности кисломолочные продукты повышают и двигательную способность кишечника. Обладая приятным вкусом, эти продукты возбуждают аппетит, тем самым улучшая общее состояние организма. Поэтому кисломолочные продукты из топленого молока (ряженка) являются более полезными, чем само топленое молоко. Закваской для производства ряженки является термофильный молочнокислый стрептококк с добавлением или без добавления болгарской палочки. Соотношение болгарской палочки к термофильному стрептококку равно 1:4 или 1:5. Продолжительность сквашивания составляет 4–6 ч до кислотности сгустка 65–70°Т.

Однако в процессе сквашивания под действием болгарской палочки может образовываться D(-)-молочная кислота, которая чужеродна для организма человека и животных, плохо в нём расщепляется. У маленьких детей вообще отсутствует ферментная система, способная разлагать D(-)-молочную кислоту, поэтому употребление её детьми с пищей может привести к ацидозу. В связи с этим в состав заквасок для производства функциональных кисломолочных продуктов из топленого молока желательнее введение других микроорганизмов, например, ацидофильной палочки, которая является пробиотической культурой [1].

Ацидофильную палочку выделяют из пищеварительного тракта человека и различных животных. Она способна после культивирования в молоке вновь приживаться в кишечнике человека и подавлять там развитие патогенных и нежелательных микроорганизмов (сальмонеллы, шигеллы и др.). Ацидофильная палочка в большей степени, чем болгарская, обладает бактерицидными антибиотическими свойствами по отношению к некоторым вредным и болезнетворным бактериям, в том числе к гнилостным, тифозным и дизентерийным. Кроме того, ацидофильная палочка является активным кислотообразователем, закваска на её основе сквашивает молоко через 4–5 ч [2]. В связи с этим целью работы явилась разработка нового кисломолочного продукта с пробиотическими свойствами из топленого молока с использованием закваски на основе ацидофильной палочки.

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе работы определяли оптимальное соотношение ацидофильной палочки и молочнокислого термофильного стрептококка в составе закваски и температуру сквашивания, обеспечивающие получение продукта хорошего качества.

Для заквашивания использовали топленое молоко с массовой долей жира 4 %. Количество вносимой закваски составляло 5 % от массы молока. Для заквашивания использовали пересадочные закваски на чистых культурах ацидофильной палочки и термофильного стрептококка в следующих соотношениях: 1:1; 2:1; 3:1; 4:1; 5:1; 1:2; 1:3; 1:4; 1:5. В работе использовали закваску термофильного стрептококка (ТВп) и закваску ацидофильной палочки (АВ) производства Республиканского унитарного предприятия «Институт мясо-молочной промышленности» (Республика Беларусь). Скваживание образцов осуществляли при следующих температурах: 37 °С, 39 °С, 41 °С, 43 °С, 45 °С. Эти температуры являются оптимальными для развития ацидофильной палочки (38±1) °С и термофильного стрептококка (43±2) °С, которые входят в состав используемой комбинированной закваски. Конец сквашивания устанавливали визуально по образованию сгустка. В образцах контролировали органолептические показатели, титруемую кислотность, также фиксировали продолжительность сквашивания. Органолептические показатели продуктов оценивались в соответствии с разработанной условной балльной шкалой, которая представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Условная балльная шкала оценки органолептических показателей готового продукта

Характеристика вкуса и запаха	Условный балл	Характеристика консистенции	Условный балл
Чистый кисломолочный с выраженным привкусом пастеризации, без посторонних привкусов и запахов	5	Однородная, в меру плотная	5
Кисломолочный с выраженным привкусом пастеризации со слегка кисловатым либо со слегка пресным вкусом	4	Однородная, неплотная	4
Пресный либо невыраженный вкус и запах	3	Неоднородная, крупитчатая	3
Кислый вкус	2	Жидкая	2
Излишне кислый вкус	1	Излишне жидкая, дряблый сгусток	1

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Продолжительность сквашивания образцов при всех температурах составляла от 3 до 4 ч, причем с увеличением температуры продолжительность сквашивания снижалась: при 37 °С – 39 °С она составляла 3,8–4 ч, а при 41 °С – 45 °С – 3–3,5 ч.

Образцы с большим содержанием в составе закваски ацидофильной палочки отличались более высокими значениями титруемой кислотности. Причем, при температурах 37 °С и 39 °С разница в кислотностях образцов более существенная, чем при температурах 41 °С – 45 °С. При температуре 37 °С – 39 °С максимальная титруемая кислотность (86–87°Т) наблюдалась в образце с соотношением ацидофильной палочки к термофильному стрептококку 5:1 в составе закваски. При более высоких температурах (41 °С – 45 °С) при таком же соотношении культур в составе закваски кислотность составляла 79–80°Т.

При всех температурах сквашивания наиболее высокий условный балл по органолептической оценке (9,3–9,8) имеют образцы с соотношением ацидофильной палочки к термофильному стрептококку 1:1, 2:1, 1:2 в составе закваски. Хорошие вкусовые характеристики отобранных продуктов обусловлены также и титруемой кислотностью, которая находится в пределах 70–80°Т.

Для более объективной оценки исследовалась также консистенция отобранных образцов путем определения условной вязкости по истечению из пипетки при температуре 20 °С. Полученные данные представлены в виде диаграммы (рисунок 1).

Из диаграммы видно, что с ростом температур сквашивания значения условной вязкости у всех образцов увеличиваются. Образцы с большим содержанием термофильного стрептококка в составе закваски при всех температурах сквашивания отличаются более высокими значениями условной вязкости. Причем, у продукта с соотношением ацидофильной палочки к термофильному стрептококку 1:2 в составе закваски наблюдается наибольший прирост ус-

ловной вязкости с увеличением температуры сквашивания. Продукт с соотношением АВ:ТВп равным 1:2 в составе закваски, сквашенный при температуре 45 °С, имеет значение условной вязкости 34 с, что почти в 2 раза выше вязкости продукта с соотношением АВ:ТВп равным 2:1 при той же температуре сквашивания. На основании полученных данных можно заключить, что продукт с соотношением АВ:ТВп в составе закваски равным 2:1 несколько уступает двум другим отобраным образцам по основным органолептическим показателям (консистенция, вкус и запах).

Таблица 2 – Органолептические показатели и кислотность продукта при разных температурах сквашивания

Соотношения АВ:ТВп	37 °С				39 °С				41 °С				43 °С				45 °С			
	Титруемая кислотность, °Т	Вкус и запах, условный балл	Консистенция, условный балл	Органолептическая оценка, условный балл	Титруемая кислотность, °Т	Вкус и запах, условный балл	Консистенция, условный балл	Органолептическая оценка, условный балл	Титруемая кислотность, °Т	Вкус и запах, условный балл	Консистенция, условный балл	Органолептическая оценка, условный балл	Титруемая кислотность, °Т	Вкус и запах, условный балл	Консистенция, условный балл	Органолептическая оценка, условный балл	Титруемая кислотность, °Т	Вкус и запах, условный балл	Консистенция, условный балл	Органолептическая оценка, условный балл
1:1	78	4,8	4,9	9,7	77	4,6	4,9	9,5	76	4,6	5,0	9,6	75	4,6	5,0	9,6	74	4,7	5,0	9,7
2:1	79	4,6	4,7	9,3	79	4,7	4,8	9,5	76	4,6	4,8	9,4	76	4,5	4,8	9,3	76	4,5	4,9	9,4
3:1	82	4,0	4,7	8,7	83	4,2	4,3	8,5	77	3,7	4,5	8,2	76	4,3	4,5	8,8	77	4,0	4,5	8,5
4:1	85	4,0	4,4	8,4	86	3,5	4,3	7,8	79	3,4	4,5	7,9	78	3,8	4,5	8,3	78	3,9	4,6	8,5
5:1	86	4,0	4,4	8,4	87	4,3	4,0	8,3	80	3,4	4,5	7,9	80	3,8	4,5	8,3	79	3,7	4,5	8,2
1:2	76	4,8	4,9	9,7	76	4,8	4,9	9,7	75	4,8	5,0	9,8	74	4,7	5,0	9,7	74	4,8	5,0	9,8
1:3	73	3,9	4,9	8,8	74	3,8	4,9	8,7	73	3,7	5,0	8,7	72	4,0	5,0	9,0	71	4,3	5,0	9,3
1:4	72	4,1	4,7	8,8	71	3,9	4,9	8,8	72	3,8	5,0	8,8	69	3,8	5,0	8,8	70	3,9	5,0	8,9
1:5	72	4,1	4,7	8,8	70	3,9	4,8	8,7	70	3,5	5,0	8,5	69	3,3	5,0	8,3	68	3,8	5,0	8,8

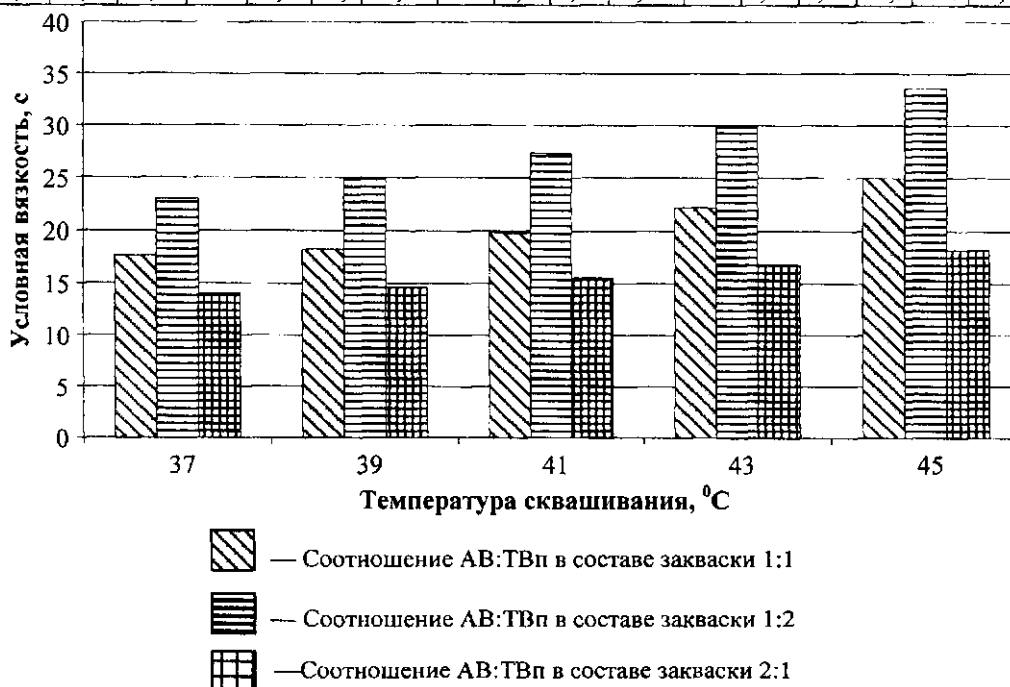


Рисунок 1 – Зависимость условной вязкости продукта от температуры сквашивания

Так как ацидофильная палочка является сильным кислотообразователем и может развиваться в процессе хранения продукта, то можно предположить, что кислотность образца с

большим содержанием ацидофильной палочки в составе закваски будет нарастать более интенсивно, что, в конечном итоге, приведет к быстрому переокислению готового продукта. Поэтому для окончательного установления соотношения культур в составе закваски и температуры сквашивания были исследованы образцы с соотношением АВ:ТВп в составе закваски 1:1 и 1:2 в процессе хранения в течение 5-ти суток. Образцы с указанным соотношением культур в составе закваски сквашивались при температурах 38 °С, 42 °С и 45 °С и после завершения технологического процесса хранились в холодильнике при температуре (4±2) °С. В процессе хранения измеряли титруемую и активную кислотности, условную вязкость по истечению из пипетки при температуре 20 °С, а также определяли органолептические показатели. При увеличении температуры сквашивания нарастание титруемой кислотности продукта и снижение активной кислотности в процессе хранения происходит медленнее. Образцы, сквашенные при 45 °С, на 5-е сутки имели титруемую кислотность от 86 °Т до 89 °Т, при 42 °С – 87–91 °Т, а при 38 °С – 92–97 °Т.

Титруемая кислотность всех образцов с равным соотношением культур в составе закваски в процессе хранения увеличивалась интенсивнее, чем у продуктов с соотношением АВ:ТВп равным 1:2. Интенсивный прирост кислотности в процессе хранения сказывался и на органолептических показателях продукта. Продукт с соотношением ацидофильной палочки и термофильного стрептококка 1:2 в процессе хранения обладал лучшими органолептическими показателями. Условный балл по органолептической оценке за весь период хранения у него не опустился ниже 8,8, а титруемая кислотность при этом не превысила 87 °Т.

Дополнительно исследовали изменение количества ацидофильной палочки в продукте в процессе хранения. Количество ацидофильной палочки в продуктах определяли методом предельных разведений.

С повышением температуры сквашивания количество ацидофильной палочки как в свежеработанных продуктах, так и на 5-е сутки хранения уменьшается. При температуре сквашивания 38 °С количество бактерий ацидофильной палочки в продукте с соотношением АВ:ТВп в составе закваски равным 1:1 было самое высокое и составляло в свежеработанном продукте $4,6 \cdot 10^7$ КОЕ/см³, а через 5 суток хранения – $6,7 \cdot 10^7$ КОЕ/см³. Это объясняется тем, что температура 38 °С является оптимальной для развития ацидофильной палочки. Количество бактерий ацидофильной палочки в продуктах после 5-ти суток хранения при использовании всех исследованных соотношений молочнокислых культур заквасок составляет не менее 10^6 КОЕ/см³, что согласно действующему стандарту СТБ 1744–2007 [3] обеспечивает пробиотические свойства продукта.

По результатам всех вышеприведенных исследований можно констатировать, что продукт, выработанный при температурах 42 °С и 45 °С, с соотношением ацидофильной палочки к термофильному стрептококку 1:2 в составе закваски обладает лучшими органолептическими и физико-химическими показателями. В процессе хранения титруемая кислотность исследуемого продукта нарастает менее интенсивно (не превышает 87 °Т на 5-е сутки), что не приводит к переокислению продукта и хорошо сказывается на его хранимоспособности.

В работе исследовали эффективную вязкость готовых продуктов (неразрушенных стустков), которую определяли на ротационном вискозиметре Viscotester 6 L/P plus. Измерение вязкости проводили при температуре продуктов (4±2) °С. Для каждого образца вязкость определяли с использованием подобранных роторов на всем диапазоне их частот вращения. Частоту вращения ротора (об/мин) переводили в градиент скорости (с⁻¹), используя коэффициенты пересчета в соответствии с паспортными данными прибора.

На рисунке 2 представлены зависимости эффективной вязкости продукта от градиента скорости при температурах сквашивания 42 °С и 45 °С. Из рисунка 2 видно, что использование температуры сквашивания в пределах 42 °С–45 °С при производстве продукта не оказывает существенного влияния на его вязкость, так как вязкости стустков при одинаковых значениях градиента скорости отличаются между собой незначительно на всем диапазоне измерений. Также изучали тиксотропные свойства стустков. Измеряли эффективную вязкость опытных образцов и ряженки 4%-ой жирности (контроль) с неразрушенной структурой (по-

сле сквашивания), с разрушенной (после перемешивания) и восстановленной (после выдерживания продуктов в течение 4 ч). Измерение вязкости проводили при температуре продуктов $(4\pm 2)^\circ\text{C}$. Для каждого образца находили зависимость вязкости от градиента скорости графическим методом. Затем по полученным уравнениям были рассчитаны значения вязкости каждого исследуемого образца при градиенте скорости $0,34\text{ с}^{-1}$. Полученные результаты представлены в таблице 3.

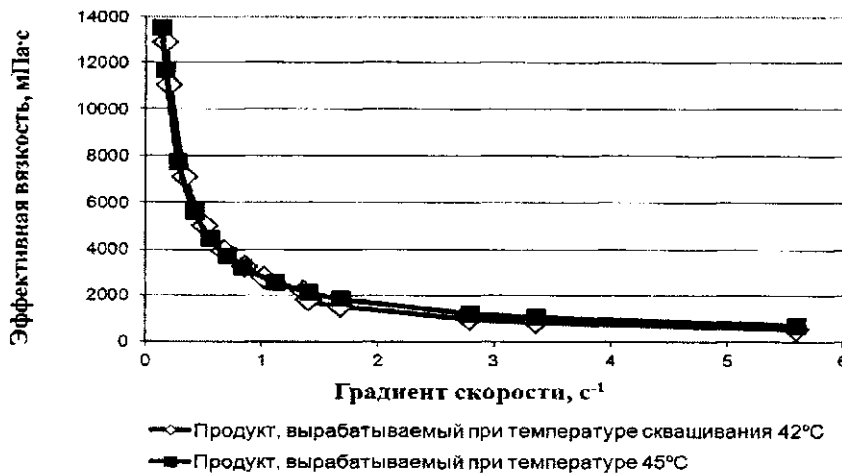


Рисунок 2 – Изменение эффективной вязкости продукта в зависимости от градиента скорости при разных температурах сквашивания

продукт имел более высокую вязкость и характеризовался однородной, в меру плотной консистенцией.

Таблица 3 – Эффективная вязкость продуктов

Сгусток	Кисломолочный продукт, полученный при температуре сквашивания		В мПа·с
	42 °С	45 °С	Ряженка 4%-ой жирности
	Неразрушенный	9019,9	9045,3
Разрушенный	6019,0	6029,5	3985,7
Восстановленный	6556,1	6433,0	4570,4

Заключение

На основании полученных результатов установлено, что наиболее оптимальными органолептическими и физико-химическими показателями характеризуется кисломолочный продукт из топленого молока, изготовленный с использованием комбинированной закваски ацидофильной палочки и термофильного молочнокислого стрептококка в соотношении 1:1 при температуре сквашивания $42^\circ\text{C} - 45^\circ\text{C}$. Продолжительность сквашивания при данных условиях составляет 3–4 ч. По сравнению с традиционной ряженкой продукт имеет более высокую вязкость и характеризуется хорошими тиксотропными свойствами. Количество бактерий ацидофильной палочки в разработанном продукте составляет не менее 10^6 КОЕ/см^3 , что обеспечивает его пробиотические свойства.

Литература

- Банникова, Л.А. Микробиологические основы молочного производства/ Банникова Л.А., Королёва Н.С., Семенихина В.Ф.: учебник для ВУЗов – М.: Агропромиздат, 1987. – 400с.
- Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов: учебник для ВУЗов / П.П. Степаненко. – Сергиев Посад, 1999. – 296 с.
- СТБ 1744-2007 – Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения. – Минск: Госстандарт. – 2007. – 8 с.

Поступила в редакцию 28.06.2011