

Формирование текстуры ферментированного молочно-злакового продукта путем варьирования гранулометрического состава злаковой композиции

Комбинирование компонентов животного и растительного происхождения является перспективным направлением создания специализированных продуктов питания повышенной биологической и пищевой ценности. В этой связи исследования, направленные на разработку технологии ферментированного продукта на основе сочетания молочного сырья и продуктов переработки зерна, являются актуальными. При организации и проведении исследований применялся комплекс общепринятых стандартных методов, в том числе физико-химических, микробиологических, биохимических, реологических, а также математические методы статистической обработки результатов исследований и построения математических моделей. В работе представлены результаты исследований, направленные на разработку технологии ферментированного молочно-злакового продукта. На первом этапе исследований для обоснования состава продукта применили системный подход, рассматривая компоненты продукта, изменения их состояния и свойств во взаимосвязи как действующие биотехнологические системы (БТС). Выбор оптимального соотношения злаков в композиции осуществляли, исходя из совокупности показателей: химического состава и энергетической ценности, содержания витаминов группы В и пищевых волокон, показателя биологической ценности, органолептических показателей. Анализ совокупности результатов позволил для дальнейших исследований выбрать вариант злаковой композиции с соотношением хлопьев 1 : 1 : 1 (овсяные : ячменные : ржаные). В качестве основного источника углеводов использовался мед натуральный, который позволил также улучшить органолептические свойства продукта. Пищевая добавка глицин используется в качестве модификатора вкуса и запаха. Установлено, что при введении глицина в количестве 0,1 % в БТС "молоко – злаковая композиция" уменьшается интенсивность естественного привкуса и запаха злаковой композиции. Установлено также влияние гранулометрического состава злаковой композиции на свойства биотехнологической системы молочно-злакового продукта. Для технологии разрабатываемого продукта выбрана фракция злаковой композиции (соотношение хлопьев овсяные : ячменные : ржаные как 1 : 1 : 1), с размерами частиц 670–1 000 мкм. Проведенные аналитические и экспериментальные исследования позволили выявить влияние гранулометрического состава злаковой композиции на свойства биотехнологической системы молочно-злакового продукта.

Ключевые слова: ферментированный молочно-злаковый продукт, текстура, гранулометрический состав, биотехнологическая система.

Введение

В настоящее время большой популярностью пользуются комбинированные продукты, которые имеют сбалансированный состав за счет сочетания сырья животного и растительного происхождения [1–3]. Комбинирование молочных продуктов со злаковыми наполнителями позволит получать продукты, обогащенные пищевыми волокнами, растительными белками, жирами, углеводами, витаминами, макро- и микроэлементами. Данные продукты имеют потребительские свойства традиционных продуктов и позволяют рационально использовать молочный белок [4–7].

Комбинирование компонентов животного и растительного происхождения является перспективным направлением создания специализированных продуктов питания с направленными физиолого-биохимическими свойствами, повышенной биологической и пищевой ценностью [8–10].

В ассортименте используемых добавок все большее применение находят зерновые, главное назначение которых состоит в обогащении продуктов витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами, органическими кислотами, а также в оказании стимулирующего воздействия на молочнокислые микроорганизмы [1]. Продукты из зерна – один из основных поставщиков растительных белков, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон [11].

В этой связи актуальным представляются исследования, направленные на разработку технологии ферментированного продукта на основе сочетания молочного сырья и продуктов переработки зерна.

Материалы и методы

При организации и проведении исследований применялся комплекс общепринятых стандартных методов, в том числе физико-химических, микробиологических, биохимических, реологических, а также математические методы статистической обработки результатов исследований и построения математических моделей [12; 13].

Органолептические показатели злаковой композиции определяли по ГОСТ 26312.2–84, крупность помола по ГОСТ 26312.4–84.

Синергетическую способность сгустка ферментированного молочно-злакового продукта определяли методом центрифугирования по количеству выделившейся сыворотки за определенный период времени. 10 см³ разрушенного сгустка вносили в центрифужную пробирку и центрифугировали при частоте вращения 1 500 об/мин в течение 5 мин. После остановки центрифуги в образце измеряли объем выделившейся сыворотки путем декантации ее в градуированную центрифужную пробирку. По количеству выделившейся сыворотки судили о способности сгустков к влагоотдаче. Результаты выражали в процентах выделившейся сыворотки.

В работе использованы стандартные методы исследования микробиологических показателей: определение количества молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11–89; количество бифидобактерий определяли по МУК 4.2.999–2000.

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследований для обоснования состава продукта применили системный подход, рассматривая компоненты продукта, изменения их состояния и свойств во взаимосвязи как действующие биотехнологические системы (табл. 1) [2; 14].

Таблица 1

Элементы биотехнологических систем и подсистем

Подсистема	Элементы системы	Элементы подсистемы
А	Компоненты, регулирующие пищевую, биологическую и энергетическую ценность, среда жизнедеятельности биообъектов	Молоко коровье, нормализованное до массовой доли жира 2,5 %
Б	Биообъекты, регулирующие процесс ферментации	Ассоциации микроорганизмов: – [<i>L. cremoris</i> , <i>L. diacetylactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>B. longum</i>]; – [<i>L. acidophilus</i> , <i>L. cremoris</i> , <i>L. diacetylactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>B. longum</i>]
В	Компоненты, регулирующие активность и жизнеспособность биообъектов	Злаковая композиция в составе овсяных, ячменных и ржаных хлопьев; мед натуральный; глицин

Ассоциации микроорганизмов, использованные в исследованиях, входят в состав бактериальных концентратов, выпускаемых Барнаульской биофабрикой. Бактериальные концентраты лечебно-профилактического направления представляют собой лиофилизированные молочнокислые бактерии и бифидобактерии (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика бактериальных концентратов

Вид бактериального концентрата	Вид микрофлоры	Количество жизнеспособных бактерий, КОЕ/порция		Температура культивирования, °С	Титруемая кислотность, °Т
		бифидобактерии	молочно-кислые бактерии		
БК-Алтай-СБифи	<i>L. cremoris</i> , <i>L. diacetylactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>B. longum</i>	3,0 · 10 ¹⁰	3,5 · 10 ¹⁰	37	80–100
БК-Алтай-ЛСБифи	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. cremoris</i> , <i>L. diacetylactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>B. longum</i>	3,0 · 10 ¹⁰	3,5 · 10 ¹⁰	37	95–110

Элементы подсистем могут функционировать совместно и последовательно в соответствии с решаемыми задачами. Выбор оптимального соотношения злаков в композиции осуществляли, исходя из совокупности показателей: химического состава и энергетической ценности (табл. 3), содержания витаминов группы В и пищевых волокон (табл. 4), показателя биологической ценности, органолептических показателей.

Таблица 3

Химический состав злаковой композиции

Показатель	Соотношение хлопьев в исследуемых образцах: овсяные : ячменные : ржанные			
	1 : 1 : 1	2 : 1 : 1	1 : 2 : 1	1 : 1 : 2
Массовая доля сухих веществ, %	75,6	74,7	76,6	76,6
Массовая доля жира, %	3,6	4,4	3,3	3,2
Массовая доля белка, %	9,04	8,18	9,73	9,31
Массовая доля углеводов, %	62,4	61,5	63,0	63,5
Массовая доля золы, %	0,61	0,62	0,60	0,62
Энергетическая ценность, ккал	318,2	318,3	320,6	320,0

Таблица 4

Содержание пищевых волокон и витаминов группы В (в 100 г злаковой композиции)

Показатель	Соотношение хлопьев в исследуемых образцах: овсяные : ячменные : ржанные			
	1 : 1 : 1	2 : 1 : 1	1 : 2 : 1	1 : 1 : 2
ПВ, г	16,3	16,7	15,9	16,3
Витамин В ₁ , мг	0,417	0,433	0,395	0,423
Витамин В ₂ , мг	0,150	0,143	0,145	0,163
Витамин В ₅ , мг	0,900	0,925	0,850	0,925
Витамин В ₆ , мг	0,380	0,350	0,403	0,388

На органолептические показатели разрабатываемого продукта меньшее влияние будут оказывать органолептические показатели образцов злаковой композиции с соотношением хлопьев 1 : 1 : 1 и 2 : 1 : 1 (овсяные : ячменные : ржанные), имеющих невыраженные специфические вкус и запах. Анализ совокупности результатов позволил для дальнейших исследований выбрать вариант злаковой композиции с соотношением хлопьев 1 : 1 : 1.

В качестве основного источника углеводов использовался мед натуральный, который позволил также улучшить органолептические свойства продукта.

При исследовании органолептических и физико-химических показателей пяти образцов меда (гречишный, липовый, разнотравный) установлена их натуральность, подтвержденная люминесцентным методом. Показатели безопасности соответствуют требованиям ТР ТС "О безопасности пищевой продукции". При проведении микробиологических исследований установлена бактериологическая стерильность натурального меда.

Органолептические показатели меда, зависящие от ботанического происхождения, влияют на органолептические показатели БТС "молоко – мед". Результаты органолептической оценки позволяют рекомендовать в технологии разрабатываемого продукта не использовать темные сорта меда со специфическими яркими ароматом и вкусом.

Пищевая добавка глицин используется в качестве модификатора вкуса и запаха. Установлено, что при введении глицина в количестве 0,1 % в БТС "молоко – злаковая композиция" уменьшается интенсивность естественного привкуса и запаха злаковой композиции.

Следующий этап работы посвящен изучению процесса ферментации БТС "молоко – глицин", "молоко – мед", "молоко – злаковая композиция" с различным содержанием вводимого элемента подсистемы В, установленным на основании анализа комплекса данных: глицин – 0,1, 0,3 %; мед натуральный – от 4 % до 6 %, злаковая композиция – не более 5 %.

В процессе ферментации изучаемых БТС наблюдалось равномерное повышение титруемой и снижение активной кислотностей. Присутствие в БТС меда или злаковой композиции активизирует процесс ферментации, уменьшая его продолжительность с 10 до 8 ч по сравнению с контролем.

С увеличением массовой доли меда и злаковой композиции в исследуемых БТС наблюдается увеличение количества жизнеспособных клеток молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий (*B. longum*) по сравнению с контролем, что обусловлено ростостимулирующим влиянием элементов подсистемы В.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что доля общей изменчивости величины клеточной концентрации бифидобактерий (*B. longum*) во всех исследуемых БТС обусловлена в основном изменением продолжительности ферментации, в то время как степень влияния элемента подсистемы В составляет до 12,6 %. При этом в БТС "молоко – глицин" влияние фактора "массовая доля элемента подсистемы В" практически равно нулю, что подтверждает отсутствие пребиотических свойств у глицина.

Наилучшими показателями обладают БТС с содержанием меда – 5 % и злаковой композиции – 3 %. Образцы имеют кисломолочный запах и вкус с приятным привкусом вводимого элемента подсистемы В, в процессе ферментации образуется однородный сгусток, образцы имеют в меру вязкую консистенцию. Однако ощущение различия размеров частиц злаковой композиции снижает органолептическую ценность разрабатываемого продукта.

Для исследования влияния гранулометрического состава на свойства БТС получены четыре фракции злаковой композиции с размерами частиц: фракция I – 1 000–3 000 мкм, фракция II – 670–1 000 мкм, фракция III – 250–670 мкм, фракция IV – менее 250 мкм.

Обоснование выбора фракции злаковой композиции с определенным размером частиц проводилось путем изучения микробиологических, синергических и органолептических свойств БТС "молоко – фракция злаковой композиции".

Изучен процесс ферментации БТС в течение 8 ч. Контролем являлось пастеризованное молоко, нормализованное до массовой доли жира 2,5 %.

На рис. 1 представлены результаты исследований изменения титруемой кислотности в зависимости от фракции злаковой композиции в процессе ферментации БТС "молоко – фракция злаковой композиции" различными биообъектами.

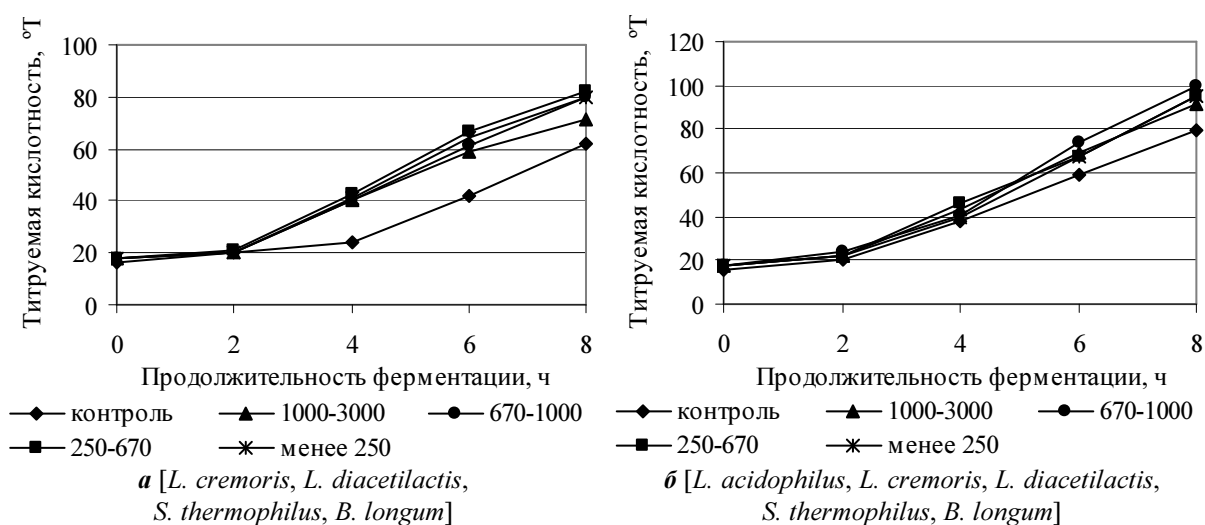


Рис. 1. Динамика титруемой кислотности в процессе ферментации

В процессе ферментации изучаемых БТС наблюдалось равномерное повышение титруемой кислотности, размер частиц злаков практически не оказывал влияния на кислотообразование. Однако в контрольном образце и в БТС "молоко – фракция I (1 000–3 000 мкм)" не достигнуто значение титруемой кислотности, достаточное для образования сгустка требуемой консистенции – 80 °Т для ассоциации микроорганизмов [*L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *S. thermophilus*, *B. longum*] и 95 °Т для ассоциации микроорганизмов [*L. acidophilus*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *S. thermophilus*, *B. longum*].

Влияние продолжительности ферментации и размера частиц злаковой композиции на клеточную концентрацию молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий (*B. longum*) в процессе ферментации БТС "молоко – фракция злаковой композиции" представлено на рис. 2 и 3.

Установлено, что расхождение между максимальным и минимальным результатами определения клеточных концентраций молочнокислых микроорганизмов в БТС "молоко – фракция I", "молоко – фракция II" и "молоко – фракция III" составляет 0,12 lg КОЕ/см³ на восьмой час ферментации ассоциацией микроорганизмов [*L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *S. thermophilus*, *B. longum*] и 0,10 lg КОЕ/см³ – при ферментации ассоциацией микроорганизмов [*L. acidophilus*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *S. thermophilus*, *B. longum*], соответственно, расхождение между результатами определения клеточных концентраций бифидобактерий (*B. longum*) составляет 0,14 lg КОЕ/см³ и 0,15 lg КОЕ/см³.

При этом расхождение между результатами определения клеточных концентраций молочнокислых микроорганизмов в БТС "молоко – фракция IV (менее 250 мкм)" и максимальным из результатов БТС с более крупными частицами злаковой композиции составляет 0,16 lg КОЕ/см³ и 0,20 lg КОЕ/см³, для результатов определения клеточных концентраций бифидобактерий – 0,16 lg КОЕ/см³ для обеих ассоциаций микроорганизмов.

Увеличение роста молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий (*B. longum*) в БТС "молоко – фракция IV (менее 250 мкм)" по сравнению с другими БТС "молоко – фракция злаковой

композиции" обусловлено лучшей доступностью дополнительных питательных веществ для микроорганизмов в связи с увеличением площади поверхности хлопьев и, следовательно, площади перехода питательных веществ из хлопьев в жидкую среду.

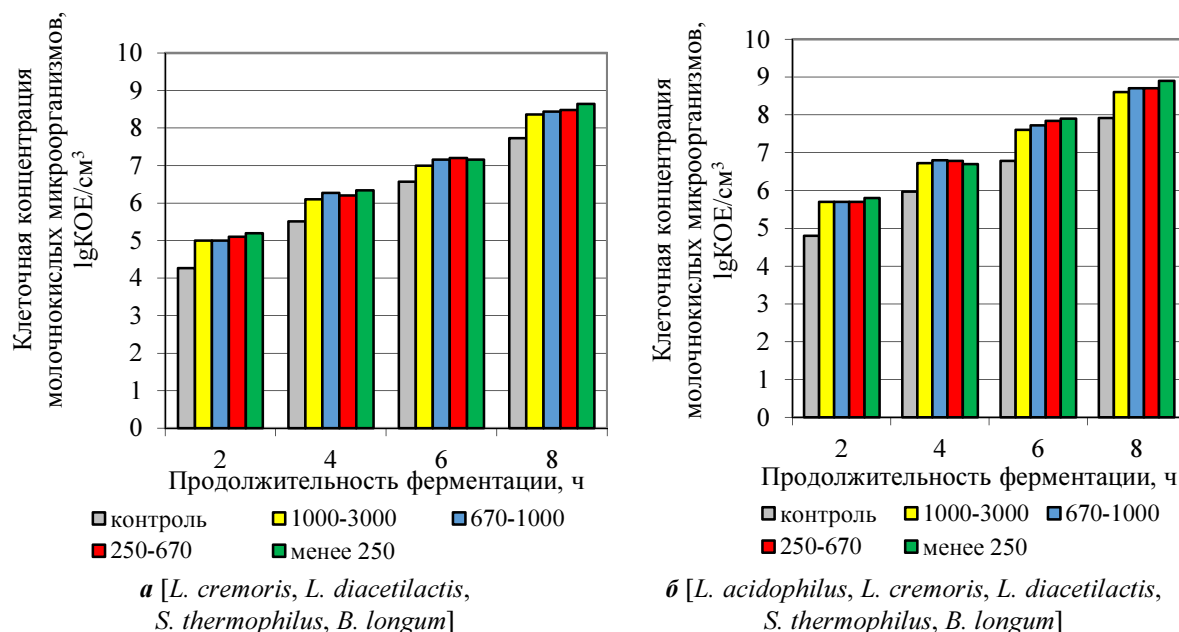


Рис. 2. Изменение клеточной концентрации молочнокислых микроорганизмов в процессе ферментации БТС "молоко – фракция злаковой композиции"

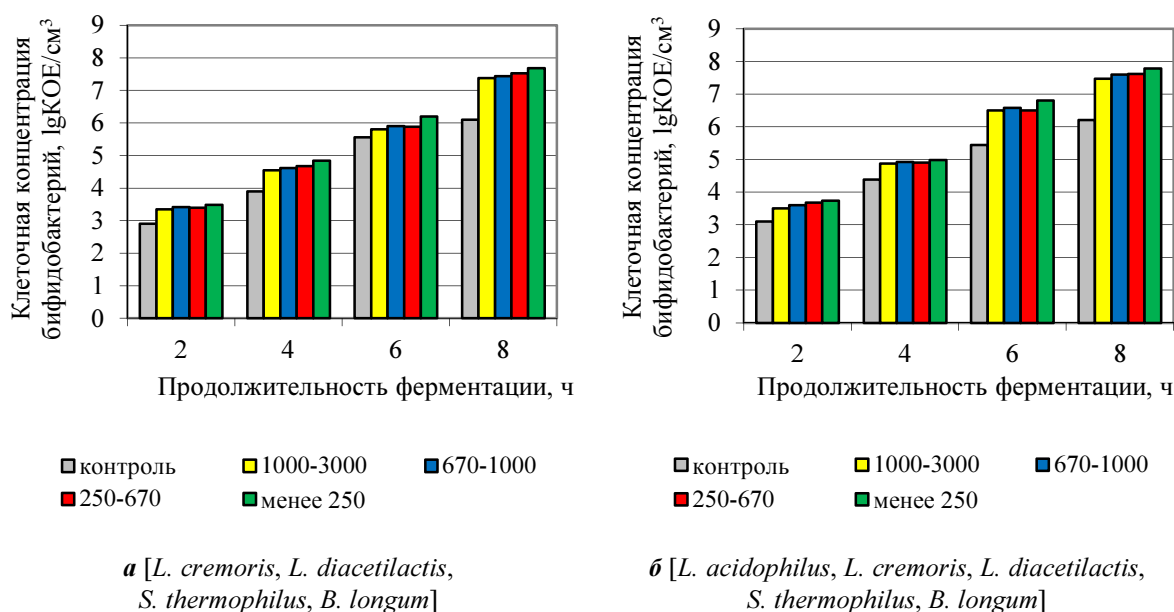


Рис. 3. Изменение клеточной концентрации бифидобактерий (*B. longum*) в процессе ферментации БТС "молоко – фракция злаковой композиции"

Анализ результатов исследований позволяет сделать вывод о незначительности влияния размера частиц злаковой композиции на динамику микробиологических показателей. Этот вывод подтверждают результаты дисперсионного анализа изменения клеточной концентрации молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий в зависимости от продолжительности ферментации и размера частиц злаковой композиции.

Степень влияния изучаемых факторов на изменение клеточной концентрации молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий (*B. longum*) представлена в табл. 5.

Таблица 5

Степень влияния изучаемых факторов на изменение клеточной концентрации молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий в БТС "молоко – фракция злаковой композиции"

Изучаемые факторы	Степень влияния факторов, %	
	клеточная концентрация молочнокислых микроорганизмов	клеточная концентрация бифидобактерий (<i>B. longum</i>)
1	2	3
[<i>L. cremoris</i> , <i>L. diacetylactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>B. longum</i>]		
Продолжительность ферментации	99,58	99,51
Размер частиц злаковой композиции	0,39	0,46
Неучтенные факторы	0,03	0,03
[<i>L. acidophilus</i> , <i>L. cremoris</i> , <i>L. diacetylactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>B. longum</i>]		
Продолжительность ферментации	99,62	99,65
Размер частиц злаковой композиции	0,29	0,32
Неучтенные факторы	0,09	0,03

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что доля общей изменчивости величин клеточной концентрации молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий (*B. longum*) во всех исследуемых БТС "молоко – фракция злаковой композиции" обусловлена в основном изменением продолжительности ферментации.

Далее изучали влияние размера частиц злаковой композиции на синергетические свойства сгустка БТС. Синерезис – явление самопроизвольного уменьшения объема, сопровождающееся выделением сыворотки. Это явление влияет на устойчивость ферментированных продуктов при хранении.

На рис. 4 представлены результаты исследований синергетических свойств сгустка БТС "молоко – фракция злаковой композиции".

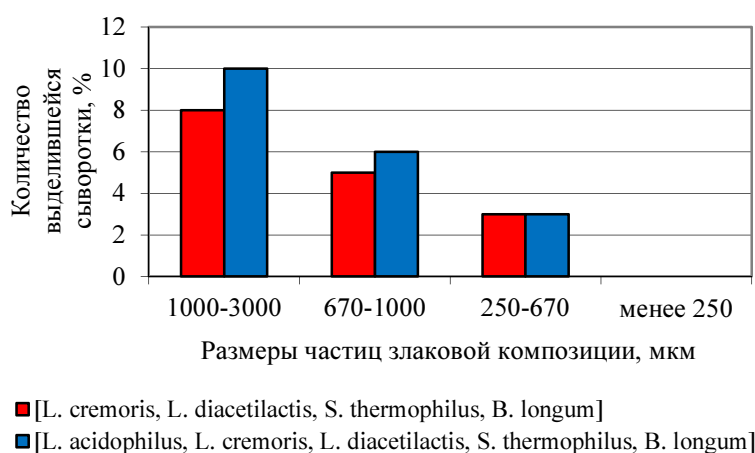


Рис. 4. Изменение синергетических свойств сгустка БТС "молоко – фракция злаковой композиции"

Самую прочную структуру имеет БТС "молоко – фракция IV (менее 250 мкм)", в которой отсутствовало выделение сыворотки. Больше количество сыворотки выделилось в БТС "молоко – фракция I (1 000–3 000 мкм)".

Синергетические свойства сгустка зависят от влагоудерживающей способности компонентов БТС. Для применения в технологии ферментированных продуктов злаковая композиция должна иметь хорошую набухаемость (увеличение в объеме), а следовательно, хорошую влагопоглощающую способность.

В исследованиях, проведенных Л. М. Захаровой, М. Н. Сахрыниным, установлено, что влагопоглощающая способность зерновых и зернобобовых компонентов увеличивается с увеличением дисперсности фракций. Это происходит вследствие увеличения площади поглощения жидкой среды частицей.

Результаты наших исследований подтверждают, что на синергетические свойства сгустка БТС оказывает влияние размер частиц злаковой композиции в составе овсяных, ячменных и ржаных хлопьев в соотношении 1 : 1 : 1. С увеличением размера частиц увеличивается количество выделенной сыворотки.

Поскольку в процессе ферментации происходят изменения органолептических показателей, на заключительном этапе исследований проведена органолептическая оценка БТС "молоко – фракция злаковой композиции", результаты которой приведены в табл. 6.

Органолептическая оценка БТС "молоко – фракция злаковой композиции"
(на восьмой час ферментации)

Вариант БТС	Органолептические показатели		
	Вкус и запах	Цвет	Внешний вид и консистенция
<i>[L. cremoris, L. diacetylactis, S. thermophilus, B. longum]</i>			
БТС "молоко – фракция I (1 000–3 000 мкм)"	кисломолочные, с легкими привкусом и ароматом злаков	белый с легким кремовым оттенком	сгусток однородный, консистенция в меру вязкая, с наличием грубых включений злаковой композиции
БТС "молоко – фракция II (670–1 000 мкм)"	То же	То же	сгусток однородный, консистенция в меру вязкая, с наличием ощутимых однородных включений злаковой композиции
БТС "молоко – фракция III (250–670 мкм)"	– " –	– " –	сгусток однородный, консистенция вязкая, с наличием однородных включений злаковой композиции
БТС "молоко – фракция IV (менее 250 мкм)"	– " –	– " –	сгусток однородный, консистенция чрезмерно вязкая, мучнистая, включения частиц злаковой композиции практически не ощущаются
<i>[L. acidophilus, L. cremoris, L. diacetylactis, S. thermophilus, B. longum]</i>			
БТС "молоко – фракция I (1 000–3 000 мкм)"	– " –	– " –	сгусток однородный, консистенция в меру вязкая, с наличием грубых включений злаковой композиции
БТС "молоко – фракция II (670–1 000 мкм)"	– " –	– " –	сгусток однородный, консистенция в меру вязкая, с наличием ощутимых однородных включений злаковой композиции
БТС "молоко – фракция III (250–670 мкм)"	– " –	– " –	сгусток однородный, консистенция вязкая, с наличием однородных включений злаковой композиции
БТС "молоко – фракция IV (менее 250 мкм)"	– " –	– " –	сгусток однородный, консистенция чрезмерно вязкая, мучнистая, включения частиц злаковой композиции практически не ощущаются

В результате органолептической оценки ферментируемых БТС установлено, что размер частиц злаковой композиции не оказывает влияния на вкус, запах и цвет БТС "молоко – фракция злаковой композиции". Значительное влияние оказывается на консистенцию и внешний вид БТС. По результатам органолептической оценки лучшие показатели имеют БТС "молоко – фракция II (670–1 000 мкм)" и "молоко – фракция III

(250–670 мкм)". При более мелких частицах консистенция БТС чрезмерно вязкая, мучнистая. В БТС с самой крупной фракцией включения имеют грубую структуру, вызывающую неприятные ощущения при разжевывании.

Заключение

Таким образом, при анализе результатов исследований установлено, что при использовании фракции I с размером частиц 1 000–3 000 мкм увеличивается время ферментации БТС, образуется сгусток, обладающий худшими влагоудерживающими свойствами. При применении фракций I и IV с размерами частиц 1 000–3 000 мкм и менее 250 мкм БТС имеют низкие органолептические свойства.

При выборе между фракциями злаковой композиции II и III с размерами частиц 250–670 мкм и 670–1 000 мкм ориентировались на изученные потребительские предпочтения, согласно которым потребитель хотел бы получить продукт с ощутимыми частицами наполнителя. Следовательно, для технологии ферментированного молочно-злакового продукта рекомендуется применять фракцию II с размерами частиц 670–1 000 мкм.

Проведенные аналитические и экспериментальные исследования позволили выявить влияние гранулометрического состава злаковой композиции на свойства биотехнологической системы молочно-злакового продукта.

Благодарности

Авторы выражают благодарность руководителю и сотрудникам аккредитованной испытательной лаборатории ООО "Сертификат" за эффективную помощь в организации и проведении лабораторных исследований.

Библиографический список

1. Пасько О. В., Гаврилова Н. Б. Разработка научно обоснованных технологий функциональных продуктов питания на основе молочного и растительного сырья // *Фундаментальные исследования*. 2005. № 1. С. 55–56.
2. Пасько О. В. Научное и экспериментальное обоснование технологии ферментированных молкосодержащих продуктов : дис. ... д-ра техн. наук. Кемерово, 2011.
3. Паста сливочно-растительная : пат. № 2327359, РФ / Сарычева Е. Н., Гаврилова Н. Б., Фиалков Д. М., Пасько О. В. № 2006138526 ; заявл. 31.10.2006 ; опубл. 27.06.2008, Бюл. № 18. С. 476.
4. Гаврилова Н. Б., Пасько О. В. Современная технология комбинированных продуктов на молочной основе для специального питания: аналит. обзор. Омск, 2003. 110 с.
5. Дунченко Н. И. Научные и методологические подходы к управлению качеством пищевых продуктов // *Техника и технология пищевых производств*. № 3. 2012. С. 29–33.
6. Дунченко Н. И. Изучение потребительского рынка и номенклатуры показателей качества и безопасности йогуртных продуктов // *Товароведение продовольственных товаров*. 2014. № 10. С. 60–65.
7. Шадрин М. А. Применение ферментированного творожного обогатителя при производстве пищевых продуктов // *Инновационное образование и экономика*. 2015. № 20. С. 68–70.
8. Пасько О. В. Биотехнология молкосодержащих продуктов для функционального питания // *Переработка молока*. 2008. № 9. С. 24–25.
9. Композиция для получения пастообразного творожного продукта : пат. 2353095 РФ / Шадрин М. А., Гаврилова Н. Б., Пасько О. В. № 2005129372/13; заявл. 27.03.07; опубл. 27.04.09, Бюл. № 12. С. 604.
10. Гаврилова Н. Б., Пасько О. В., Хитрик С. А. Повышение качества и хранимоспособности продуктов функционального назначения // *Молочная промышленность*. 2009. № 9. С. 60–61.
11. Остроумов Л. А., Захарова Л. М., Смирнова И. А. Исследование и разработка методологии создания многокомпонентных пищевых продуктов на молочной основе с использованием компьютерного моделирования // *Технология и техника пищевых производств*. 2004. № 3. С. 115–118.
12. Бессонова Л. П., Дунченко Н. И. Управление безопасностью в пищевой промышленности на основе системы прослеживаемости // *Стандарты и качество*. 2010. № 5. С. 82–85.
13. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация. М. : Колос, 2009. 568 с.
14. Пасько О. В. Эффективные ассоциации пробиотических культур для ферментированных продуктов // *Молочная промышленность*. 2010. № 8. С. 74–75.

References

1. Pasko O. V., Gavrilova N. B. Razrabotka nauchno obosnovannyh tehnologiy funktsionalnyh produktov pitaniya na osnove molochnogo i rastitel'nogo syrya [Development of science-based technology of functional foods based on nutrition of dairy and vegetable raw materials] // *Fundamentalnye issledovaniya*. 2005. N 1. P. 55–56.

2. Pasko O. V. Nauchnoe i eksperimentalnoe obosnovanie tehnologii fermentirovannykh molokosoderzhaschikh produktov [Scientific and experimental substantiation of technology of fermented milk-containing products] : dis. ... d-ra tehn. nauk. Kemerovo, 2011.
3. Pasta slivochno-rastitel'naya [Cream-vegetable paste] : pat. N 2327359, RF / Sarycheva E. N., Gavrilova N. B., Fialkov D. M., Pasko O. V. N 2006138526 ; zayavl. 31.10.2006 ; opubl. 27.06.2008, Byul. N 18. P. 476.
4. Gavrilova N. B., Pasko O. V. Sovremennaya tehnologiya kombinirovannykh produktov na molochnoy osnove dlya spetsialnogo pitaniya: analit. obzor [Modern technology of combined milk based products for special nutrition: analyt. review]. Omsk, 2003. 110 p.
5. Dunchenko N. I. Nauchnye i metodologicheskie podhody k upravleniyu kachestvom pischevykh produktov [The scientific and methodological approaches to management of food quality] // Tehnika i tehnologiya pischevykh proizvodstv. N 3. 2012. P. 29–33.
6. Dunchenko N. I. Izuchenie potrebitelskogo rynka i nomenklatury pokazateley kachestvo i bezopasnost yogurtnykh produktov [Studying the consumer market and range of quality and safety indicators of yoghurt products] // Tovarovedenie prodovolstvennykh tovarov. 2014. N 10. P. 60–65.
7. Shadrin M. A. Primenenie fermentirovannogo tvorozhnogo obogatitelya pri proizvodstve pischevykh produktov [The use of fermented curd fortifier in food production] // Innovatsionnoe obrazovanie i ekonomika. 2015. N 20. P. 68–70.
8. Pasko O. V. Biotehnologiya molokosoderzhaschikh produktov dlya funktsionalnogo pitaniya [Biotechnology of milk-containing products for functional food] // Pererabotka moloka. 2008. N 9. P. 24–25.
9. Kompozitsiya dlya polucheniya pastoobraznogo tvorozhnogo produkta [Composition for obtaining pasty cottage cheese products] : pat. 2353095 RF / Shadrin M. A., Gavrilova N. B., Pasko O. V. N 2005129372/13; zayavl. 27.03.07; opubl. 27.04.09, Byul. N 12. P. 604.
10. Gavrilova N. B., Pasko O. V., Hitrik S. A. Povyshenie kachestva i hranimosposobnosti produktov funktsionalnogo naznacheniya [Improving the quality and storage terms of functional products] // Molochnaya promyshlennost. 2009. N 9. P. 60–61.
11. Ostroumov L. A., Zaharova L. M., Smirnova I. A. Issledovanie i razrabotka metodologii sozdaniya mnogokomponentnykh pischevykh produktov na molochnoy osnove s ispolzovaniem kompyuternogo modelirovaniya [Research and development of methodology for creation of multi-component food products based on milk using computer modeling] // Tehnologiya i tehnika pischevykh proizvodstv. 2004. N 3. P. 115–118.
12. Bessonova L. P., Dunchenko N. I. Upravlenie bezopasnostyu v pischevoy promyshlennosti na osnove sistemy proslzhivaemosti [Security management in food industry based on traceability system] // Standarty i kachestvo. 2010. N 5. P. 82–85.
13. Leonov O. A. Metrologiya, standartizatsiya i sertifikatsiya [Metrology, standardization and certification]. M. : Kolos, 2009. 568 p.
14. Pasko O. V. Effektivnye assotsiatsii probioticheskikh kultur dlya fermentirovannykh produktov [Effective associations of probiotic cultures for fermented foods] // Molochnaya promyshlennost. 2010. N 8. P. 74–75.

Сведения об авторах

Пасько Ольга Владимировна – ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, Россия, 127550; Российский государственный аграрный университет МСХА им. К. А. Тимирязева, д-р техн. наук, профессор; e-mail: pasko-olga@mail.ru

Pas'ko O. V. – 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, Russia, 127550; Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Dr of Tech. Sci., Professor; e-mail: pasko-olga@mail.ru

Лисин Петр Александрович – Институтская пл., 1, г. Омск, Россия, 644008; Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, д-р техн. наук, профессор; e-mail: petrlisin@yandex.ru

Lisin P. A. – 1, Institutskaya Square, Omsk, Russia, 644008; Stolypin Omsk State Agrarian University, Dr of Tech. Sci., Professor; e-mail: petrlisin@yandex.ru

Тарасова Елена Юрьевна – Институтская пл., 1, г. Омск, Россия, 644008; Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, канд. техн. наук, доцент; e-mail: elena160170@mail.ru

Tarasova E. Yu. – 1, Institutskaya Square, Omsk, Russia, 644008; Stolypin Omsk State Agrarian University, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor; e-mail: elena160170@mail.ru

O. V. Pas'ko, P. A. Lisin, E. Yu. Tarasova

Formation of the texture of fermented milk and cereal product by varying the particle size distribution of cereal compositions

Combining animal and plant components is a promising direction of creating specialized foods of high biological and nutritional value. In this regard, research aimed at developing a fermented product technology based on combination of raw milk and grain products is relevant. In researches a set of generally accepted standard methods including physical-chemical, microbiological, biochemical, rheological, and mathematical methods of statistical processing of research results and development of mathematical models has been applied. The paper presents the results of research aimed at developing the technology of fermented milk–cereal product. In the first phase of research to substantiate product composition the systematic approach has been applied considering components of the product, changes of their status and properties as the current biotechnological systems (BPS). Selection of the grains' optimum ratio in the composition has been carried out on the basis of a set of indicators: the chemical composition and energy value, the content of B vitamins and dietary fibers, the indicator of biological value, organoleptic characteristics. Analysis of the combined results allows choose cereal flakes composition ratio of 1 : 1 : 1 (Oatmeal : Barley : Rye) for further studies. As the main source of carbohydrate honey is used, it also improves the organoleptic properties of the product. Nutritional supplement glycine is used as a modifier of taste and smell. It has been found that introduction of glycine at 0.1 % in the BPS "milk–cereal composition" naturally decreases the intensity of taste and smell of cereal composition. The effect of particle size distribution of cereal composition on properties of the biotechnological system of milky cereal product has been established as well. For technology of the developed product the fraction selected cereal composition (Oatmeal : Barley : Rye as a 1 : 1 : 1) with a particle size of 670–1 000 microns has been chosen. Analytical and experimental studies have revealed the influence of particle size distribution of cereal composition on the properties of the biotechnological system of milk–cereal product.

Key words: fermented milk–cereal product, texture, grain size, biotechnological system.