

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-70-85>

УДК 637.1:613.292:615.3



Перспективы повышения функциональности молокосодержащих продуктов за счет использования нетрадиционного растительного сырья

Е. А. Молибога✉, Л. М. Завгородняя

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Омский государственный технический университет»;*

г. Омск, Российская Федерация

✉mea130980@mail.ru

Аннотация. Неоспорим тот факт, что питание является важной и неотъемлемой частью жизни человека. К сожалению, питание не всегда бывает полноценным и сбалансированным. Исходя из анализа литературных данных, установлено, что только рациональное питание является тем рычагом, с помощью которого возможно обеспечение нормального роста и развития организма. Предприятия пищевой промышленности пытаются создать именно такие условия для адекватной адаптации человека к реалиям окружающего мира, а именно разрабатывают и, соответственно, выпускают линейки специализированной продукции, способствующей не только профилактике заболеваний, но и стабильному повышению умственной и физической работоспособности. Тем более, что данные мероприятия не противоречат государственной политике в части оздоровления населения за счет внедрения в торговую сеть продуктов правильного питания, за счет различной помощи предприятиям – изготовителям (субсидии, грантовая поддержка). Производители молочносодержащих продуктов питания, важность которых неоспорима, достаточно активно продвигают ассортиментные линейки для отдельных слоев населения, например, для детей, беременных и кормящих женщин и лиц пожилого возраста. Основной целью научно – исследовательской работы является разработка технологии молочносодержащего продукта (йогурта питьевого), включающего в себе несколько важных для человека предназначений: функциональных, диабетических, пробиотических. Придание продукту заданных функций происходит за счет включения в рецептуру научно обоснованных компонентов, в том числе изготовленных из нетрадиционного вида сырья. Для подтверждения качественных показателей готового изделия использованы стандартные и индивидуальные методы исследования. Основным результатом исследования является определение вида растительного сырья, отвечающего заданным требованиям и характеристикам и способствующего приданию готовому продукту дополнительных свойств (пробиотических, функциональных, диабетических). Итоговым результатом исследований является получение продукта, способствующего повышению иммуноустойчивости организма к отрицательным воздействиям окружающего мира. Новизной данного исследования можно считать использование с пищевой целью вторичного растительного сырья, способствующего конструированию пищевого продукта с определенным качественным составом и заданными потребительскими свойствами в сравнении с существующими аналогами.

Ключевые слова: конкурентоспособность, молочносодержащая продукция российских производителей, эффективность, технология производства, функциональность, молочные продукты, молочноемкость, питание

Для цитирования: Молибога Е.А., Завгородняя Л.М. Перспективы повышения функциональности молочносодержащих продуктов за счет использования нетрадиционного растительного сырья. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):70-85. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-70-85>

Prospects for increasing the functionality of milk-containing products through the use of non-traditional plant raw materials

Elena A. Moliboga✉, Lyubov M. Zavgorodnyaya

Omsk State Technical University;
Omsk, the Russian Federation
✉meal30980@mail.ru

Abstract It is an undeniable fact that nutrition is an important and integral part of human life. Unfortunately, nutrition is not always complete and balanced. It has been established that only rational nutrition is the lever by which it is possible to ensure normal growth and development of the body. Food industry enterprises are trying to create exactly such conditions for adequate human adaptation to the regalia of the surrounding world, namely, they develop and produce specialized products that contribute not only to disease prevention, but also to a stable increase in mental and physical performance. Moreover, these activities do not contradict the state policy in terms of improving the health of the population, through the introduction of healthy nutrition products into the retail network, through various assistance to manufacturing enterprises (subsidies, grant support). Regarding manufacturers of milk-containing food products, the importance of which is undeniable, they quite actively promote product lines for certain segments of the population, for example, children, pregnant and lactating women and the elderly. The main objective of the research is to develop a technology for a milk-containing product (drinking yoghurt) that includes several functions important for humans, namely, functional, diabetic, probiotic ones. The product is given the specified functions by including scientifically substantiated components in the recipe, including those from non-traditional raw materials. Standard and individual research methods have been used to confirm the quality indicators of the finished product. The main results of the research include determining the type of plant material that meets the specified requirements and characteristics and contributes to giving the finished product additional properties (prebiotic, functional, diabetic). The final result of the research is obtaining a product that helps increase the body resistance to the negative environmental effects. The use of secondary plant materials for food purposes, which contributes to the design of a food product with a certain quality composition and specified consumer properties, in comparison with existing analogues, can be considered the novelty of the research.

Keywords: competitiveness, milk-containing products of Russian manufacturers, efficiency, production technology, functionality, dairy products, milk capacity, nutrition

For citation: Moliboga E.A., Zavgorodnyaya L.M. Prospects for increasing the functionality of milk-containing products through the use of non-traditional plant raw materials. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024;20(3):70-85. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-70-85>

Введение. В настоящее время российская пищевая промышленность объединяет в себе большое количество предприятий, доля которых заметна в объёме российского производства (более 10 % от общего значения) [7; 8]. Промышленность, отвечающая за выпуск молочно-

держащей продукции, сосредотачивает в себе предприятия по выработке различной продукции с содержанием молочных составляющих. Возможности и специфическая уникальность масштабов каждой производственной цепочки (предприятия) в пищевом сообществе по

производству ассортиментных линеек молочных и молокосодержащих продуктов при возможности переориентируется на численность обслуживаемого населения, его генетический и творческий потенциал. Немаловажным является то, что питательные свойства данного вида сырья (молока) представляет собой достаточно совершенный вид продовольствия, именно составные части его идеально сбалансированы [4]. Последние десятилетия молочные комплексы стараются осуществлять комплексную логистическую переработку основного и вторичного сырья за счет переоснащения, механизированных и автоматизированных линий на каждой технологической цепочке производства [2; 3]. Большая часть получаемого молока на российском рынке предназначена для переработки и производства именно молочной продукции: долевое производство цельного молока составляет более 84 % в количественном выражении. Именно поэтому молокоперерабатывающие предприятия всегда считались одними из основополагающих составных частей сельхозпереработчиков в агропромышленном комплексе. Именно они решали основную задачу, на которую направлена и данная научно-исследовательская работа, а именно: удовлетворение потребностей населения в жизненно важной пищевой продукции, в том числе молоке, молокосодержащих и кисломолочных продуктах, с учетом предпочтений и уровня доходов потребителя. Оценивая общую картину пищевого производства, именно тенденции постепенного роста ассортиментной линейки на рынке молочной продукции можно оценить как положительные и достаточно стабильные [3; 6].

Общей огласке подвержены следующие причины по увеличению объемов рынка молочной продукции:

- стабильное увеличение доходов населения;

- потенциал емкости рынка, который связан с низким текущим уровнем потребления молочных продуктов (сравнение с уровнем потребления в странах Европы);

- повышенный интерес к рациональному питанию и здоровому образу жизни;

- приверженность всех возрастных групп населения России к молочным продуктам.

Учитывая данные причины, можно объективно оценить факты, способствующие увеличению спроса на молочную продукцию [7]. Ежедневный спрос покупателя практически на весь ассортиментный ряд молочной продукции возможно удовлетворить только с помощью присутствия на рынке товаропроизводителей российского и иностранного производства. Стоит учесть тот факт, что доля импортной продукции в пищевых сегментах рынка закономерно и стабильно растет. Как следствие, необходимо отметить, что стали доступны дополнительные возможности для внедрения и распространения рынка для отечественных товаропроизводителей именно за счет импортозамещения. Также неоспорим тот факт (по прогнозам экспертов), что потребление традиционных молочных продуктов неуклонно снижается, а спрос на обогащенные виды продукции (функциональные, специализированные (биокефир, биомолоко, биойогурт)) растет. Необходимо отметить, что наиболее перспективны и востребованы на данный момент молокосодержащие десертные продукты нового поколения. Необходимость употребления данных продуктов вызвана в первую очередь пониманием культуры питания: люди потребляют молочные десерты не для утоления голода, а для удовольствия. Это еще одно подтверждение увеличения доходов населения и желания попробовать что-то новое. С годами общий объем востребованности данной категории продуктов будет стабильно расти не только

за счет увеличения количественного состава новых потребителей, а также за счет растущей частоты потребления постоянными покупателями этой инновационной категории продуктов [6].

Для проведения научно-исследовательской работы был выбран кисломолочный продукт в виде питьевого йогурта. По данным Федерального центра Госсанэпиднадзора Минздрава России, доля выработки питьевого йогурта составила 18,3%, а вязкого – 13,5% от общей массы вырабатываемых молочных продуктов, что говорит о большей востребованности потребления питьевого йогурта [7; 8] и необходимости проведения дополнительных исследований, т.е. придания дополнительных свойств готовому продукту за счет композиционных решений между составными частями сырья.

Методы. Целью данного исследования является изучение дополнительно возможных факторов, способствующих повышению конкурентоспособности молокосодержащих продуктов, в том числе за счет придания им функциональных свойств.

Реализация и выполнение поставленной цели будет возможна при детальной проработке методологической схемы эксперимента, т.е. проработке ряда основных и вспомогательных задач, среди которых:

- 1) проведение анализа литературных данных, по исследуемой научной проблематике;
- 2) подбор методологической базы для проведения исследований по научно-исследовательской работе;
- 3) аргументированный выбор функциональные ингредиенты в зависимости от функционального направления;
- 4) установление оптимально допустимого количества функционального ингредиента в разработанной технологии;
- 5) исследование ряда качественных показателей опытных образцов;

6) проектирование технологии молокосодержащего продукта функционального назначения;

7) разработка проекта заявки на изобретение в РФ.

При организации и проведении исследований применялся комплекс общепринятых, стандартных и модифицированных физико-химических, микробиологических, биохимических методов, а также математических методов статистической обработки результатов исследований.

Методология проведения научно-исследовательской работы заключается в проведении ряда основных этапов исследования.

Первый этап исследований – аналитический, содержащий в себе весь материал по данной научно-исследовательской проблематике.

Второй этап – экспериментальный, являющийся основой в проведении эксперимента и подборе методов исследования.

Третий этап – практический, предполагающий разработку итоговой рецептуры изделия и его качественных показателей.

Перечень качественных показателей, а также методологические основы и нормативно-технические стандарты представлены в таблице 1.

Для определения сенсорных показателей качества авторами была проработана балловая шкала оценивания, с помощью которой достаточно быстро возможно произвести количественную оценку и анализ, т.е. шкалу выражения уровня качественного признака. Контролируемые показатели были оценены по 5-ти бальной шкале (табл. 2).

Для придания продукту максимальной значимости, а, соответственно пробиотических свойств необходимо было провести исследование по подбору заквасочных культур, которые отвечали бы определен-

ным технологическим свойствам и требованиям. Основой эксперимента являлся подбор вида бифидобактерий, которые способны к полноценному проведению процесса биоферментации молочной смеси. Существенной проблемой является то, что данный вид микрофлоры плохо развивается в молоке, т.е. процесс ферментации длителен и достигает до (16 ± 2) ч, что недопустимо для проведения технологического процесса, соответствующего требованиям нормативной документации на выпускаемый продукт. По литературным данным, наиболее целесообразно их вносить с молочнокислыми микроорганизмами, способствующими стимулированию их роста,

или добавлять бифидогенные факторы роста [4; 5]. Преимущественным свойством вторых является возможность существования в различных условиях: в присутствии источника кислорода или его отсутствия. Важнейшей функцией в жизнедеятельности лактобактерий является способность выработки продукта жизнедеятельности - фермента лактазы, способной произвести расщепление молочного сахара (лактозу). Но важность и необходимость обеих разновидностей микроорганизмов в жизнедеятельности человека неоспорима, именно сбалансированность между ними и условно патогенными бактериями необходимо отслеживать [22].

Таблица 1. Методы определения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей

Table 1. Methods for determining organoleptic, physicochemical and microbiological indicators

№	Перечень показателей	Методология проведения	Стандарты
1	Кислотность	Титриметрический	ГОСТ 3624-92 [10] ГОСТ Р 51455-99 [11]
2	Сухие веществ	Термогравиметрический	ГОСТ 30648.3-99 [12]
3	Жирность	Кислотный	ГОСТ 5867-90 [13]
4	Белок	По Кьельдалю	ГОСТ 23327-98 [14]
5	Плотность	Ареометрический	ГОСТ 3625-71 [15]
6	Температура	Термометрический	ГОСТ 26754-85 [16]
7	Сенсорные показатели	Органолептический	Пропись
8	Молочнокислые микроорганизмы	Метод разведения	ГОСТ 10444.11-13 [17]
9	Бифидобактерии	Метод разведения	ГОСТ 10444.11 [17]
10	Бактерии рода <i>Staphylococcus aureus</i>	Микробиологический	ГОСТ 30347-97 [18]
11	Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Микробиологический	ГОСТ 30519-97 [19]
12	Дрожжи, плесени	Микробиологический	ГОСТ 33566-15 [20]
13	Бактерии группы кишечной палочки	Микробиологический	ГОСТ 9225-84 [21]

Source: [Compiled by the authors]

Необходимо отметить, что для определения перечисленных показателей качества необходимо произвести предварительный отбор проб согласно требованиям

стандартов. Для микробиологического анализа отбор проб производится в первую очередь, далее – для физико-химического, затем – органолептического анализа [9].

Для микробиологического анализа пробы предварительно нейтрализуют за счет добавления стерильного раствора двууглекислого натрия с массовой концентрацией 100г/дм³. Приготовление посевов проводят стандартными методами при разведении продукта в стерильных растворах хлористого натрия или фосфатного буфера [9].

Результат. В качестве сырья для составления смеси экспериментального продукта используется коровье молоко-сырье с массовой долей жира (МДЖ), массовой долей белка (МДБ), массовой долей сухих

веществ (МД сухих веществ), сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) в зависимости от требуемой жирности нормализованной смеси. Нормализованное пастеризованное молоко должно соответствовать физико-химическим показателям, представленным в таблице 3.

Такое соотношение составных частей молока подобрано с учетом всех физиологических особенностей организма человека для максимального усвоения, получения готового продукта с определенными сенсорными и качественными показателями.

Таблица 2. Характеристика баллов оценивания продукта
Table 2. Characteristics of product evaluation scores

Балл	Вкус и аромат	Цвет	Консистенция
«5»	приятный кисломолочный, присущий йогурту	от белого до кремового	однородная, без осадка и хлопьев, с ненарушенным сгустком
«4»	приятный кисломолочный, присущий йогурту, с соответствующим привкусом вносимого компонента	от белого до кремового	однородная без осадка и хлопьев, с ненарушенным сгустком
«3»	приятный кисломолочный, присущий йогурту, с соответствующим привкусом вносимого компонента	от белого до кремового	однородная без осадка и хлопьев, с ненарушенным сгустком, с частицами вносимого компонента

Source: [Compiled by the authors]

Таблица 3. Показатели нормализованного пастеризованного молока
Table 3. Indicators of normalized pasteurized milk

Сырье	Норма, не менее				
Молоко коровье	МДЖ, %	МДБ, %	Плотность, г/см ³	МД сухих веществ, %	СОМО, %
	3,3	3,2	1,028	12,3	8,2

Source: [Compiled by the authors]

В качестве контрольного образца был выбран пищевой йогурт, выработанный из цельного молока с м.д.ж. 3,3%, с использованием следующих заквасочных культур молочнокислых микроорганизмов Yo-Flex и без внесения функциональных компонентов.

Для определения состава культур для ферментации питьевого йогурта была

проведена серия опытов. Смешивание производили по методике Всероссийского научно-исследовательского института метрологической службы (ВНИИМС) (Москва, Россия) при различных температурах с учетом антагонистических свойств различных культур микроорганизмов. В первом опыте были организованы методом смешения лиофилизированные заквасоч-

ные культуры (DVS закваски) BB-12 и Yo-Flex, во втором опыте смешали DVS закваски BB-12 и YFL-811, в третьем опыте смешали DVS закваски BB-12 и YFL-812. Оптимальным соотношением культур заквасок было принято соотношение 1:1, а лучшим сочетанием заквасочных культур было определено опытным путем сочетание заквасок BB-12:Yo-Flex.

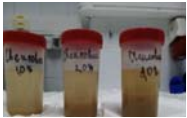
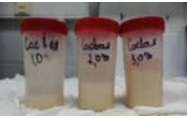
В ходе эксперимента были выбраны условия проведения процесса ферментации, которые будут наиболее эффективными для разрабатываемого продукта. Основным результатом данного экспериментального исследования было определение оптимальной температуры культивирования (38 ± 2)°C, пробиотического эффекта, т.е. пробиотической функции заквасочного комплекса бифидобактерии в количестве 10^{12} КОЕ/г (колонеобразующих микроорганизмов (КОЕ)); активная кислотность 4,6 ед. pH.

Необходимо отметить, что наиболее важными стадиями развития микроорганизмов является процесс жизнедеятельно-

сти микроорганизмов, который заключается в питании и размножении с последующим синтезом полезных веществ. Основным питательным веществом микроорганизмов в молоке является лактоза. В процессе своей жизнедеятельности микроорганизмы преобразуют составные части сырья до образования ряда полезных для человека веществ [1]. Можно предположить, что наиболее востребованным элементом в питании микроорганизмов являются пищевые волокна. Поэтому гипотезой данной научно-исследовательской работы является решение использовать вторичное растительное сырьё (шрот и жмых) в качестве альтернативного источника пищевых волокон.

В качестве объектов исследования использованы соевый шрот и свекловичный жмых. Для анализа технологических свойств данных объектов были проведены определенные исследования, например, растворимость в воде и молоке: при температуре (38 ± 2)°C, при расчетных процентных соотношениях (табл. 4).

Таблица 4. Показатели растворимости в воде и молоке
Table 4. Solubility indices in water and milk

Вид клетчатки	Внешний вид	Среда для растворения	
		водная	молочная
Свекловичная			
Соевая			

Source: [Compiled by the authors]

В процессе термостатирования водных и молочных растворов происходит набухание функционального компонента, данный процесс в дальнейшем не приведет к усложнению технологического процесса производства или необходимости введения дополнительного технологического оборудования. В результате установлено, что

выбранные пищевые волокна целесообразно использовать в качестве дополнительного компонента при производстве функционального молочного продукта.

На следующем этапе исследований было принято решение разработать технологию ферментированного комплекса для определения пробиотических свойств

подобранных растительных компонентов на основе выбранных пробиотических микроорганизмов и условий культивирования. Также намечен эксперимент по замене сахара на подсластитель сладкий белок «Браззеин» (сладкий белок (СБ)), исходя из данных по его сладости, технологическая необходимость использования подсластителя в растворенном виде в небольшом количестве подготовленной воды.

Состав опытных образцов, используемых в технологии питьевых йогуртов, представлен в следующих комбинациях.

Контроль: классический питьевой йогурт.

Опыт 1: питьевой йогурт на основе комплекса на подобранных заквасочных культурах и различных процентных внесе-

ниях соевой клетчатки от массы нормализованной смеси:

Опыт 1/1- 1,0%+ СБ;

Опыт 1/2- 2,0%+ СБ;

Опыт 1/3- 3,0%+ СБ.

Опыт 2: Питьевой йогурт на основе комплекса на подобранных заквасочных культурах и различных процентных внесениях свекловичной клетчатки от массы нормализованной смеси:

Опыт 2/1- 1,0%+ СБ;

Опыт 2/2- 2,0%+ СБ;

Опыт 2/3- 3,0%+ СБ.

Для правильной постановки эксперимента необходимо рассчитать рецептуры опытных образцов, т.е. разработать проекты спецификации на новые виды продуктов (табл. 5).

Таблица 5. Рецептуры опытных продукта на 1000 кг

Table 5. Recipes of experimental products per 1000 kg

Ингредиент, кг	Контроль	Опыт 1			Опыт 2		
		1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	2/3
Молоко нормализованное	957,9	990,0	980,0	970,0	990,0	980,0	970,0
Сладкий белок	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Сахар-песок	42,1	-	-	-	-	-	-
Соевая клетчатка	-	10,0	20,0	30,0			
Свекловичная клетчатка	-				10,0	20,0	30,0
Закваска прямого внесения	По норме						
Пробиотическая закваска прямого внесения	-	По норме					

Source: [Compiled by the authors]

В качестве технологии производства заквасочного комплекса для производства йогурта использовалась традиционная схема приготовления йогурта с включением растительного компонента. Проведенные исследования по внесению растительного компонента более 3% от массы смеси привело к ухудшению органолептических показателей. Заквасочные культуры были использованы в виде заквасок

«YoFlex»:«BB-12» в состав которых входят: *Streptococcus thermophilus* и *Bifidobacterium lactis*; оптимальные условия ферментирования которых: температура (38±2)°С, время сквашивания (9±3) часов.

Выдвинута гипотеза: растительный компонент, клетчатка различного производства может являться в выбранной закваске пребиотическим элементом для

стимулирования жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов. В готовом продукте содержится необходимое по нормативной документации количество жизнеспособных микроорганизмов, следовательно, продукт считается пробиотическим.

Отличительной особенностью опытных выработок является разница в количестве введении растительного компонента: от 1 до 3 % от массы молочной основы, подготовленной по расчетной рецептуре продукта (табл. 5) при соблюдении оптимально необходимых условий культивирования. Продолжительность процесса культивирования, момент образования сгустка, ферментационная активность сгустков представлены в таблице 6.

Необходимо отметить, что в сравнении с контрольным образцом в опытных йогуртах был удален весь состав сахара-песка и внесен раствор подсластителя «Браззеин», который придает сладкий вкус и снижает гликемический индекс продукта на 50%. Экспериментальные исследования по внесению инновационного подсластителя продолжаются.

Экспериментально полученные данные свидетельствуют о том, что пропорциональное увеличение пребиотико-ориентированного компонента, а именно растительного компонента ускоряет процесс загустения молочной смеси и способствует ухудшению сенсорных показателей продукта, при этом увеличивает количество жизнеспособных микроорганизмов, что может привести к быстрому нарастанию титруемой кислотности и преждевременному прокисанию продукта. Пропорциональное увеличение компонента сказывается на сенсорных показателях, т.е. способствует либо ухудшению органолептических показателей, либо возникновению пороков консистенции данного ферментированного комплекса.

Из представленных в данном разделе данных видно, что увеличение количества вносимого наполнителя до 3% для соевой клетчатки, 2 и 3% для свекловичной клетчатки способствовало ухудшению органолептических показателей, поэтому данные опытные образцы были исключены из эксперимента. Полученный ферментированный комплекс возможно использовать непосредственно в технологическом процессе сразу после получения, предварительно перемешав его или охладить до $t(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ и использовать при необходимости.

Для определения продолжительности сквашивания ферментированного комплекса с разной дозировкой внесения растительного компонента проводили скрининговый анализ процесса ферментации в течение (9 ± 3) ч, данные представлены в таблице 6, 7.

По результатам предыдущих разделов был разработан ферментированный комплекс (Закваска – 3), который может являться заквасочным материалом для производства различной кисломолочной продукции функциональной направленности.

По органолептическим показателям опыт 1/1 максимально похож с опытным образцом: приятный кисломолочный вкус, белый цвет, однородная жидкая консистенция; опыт 1/2 отличается от опыта 1/1 консистенцией, в данном испытуемом образце чувствуется крупа; опыт 1/3 имеет густую мучнистую консистенцию, на вкус напоминает мел.

В ходе эксперимента было выявлено, что продукт с заявленными показателями получается при внесении функционального компонента в количестве 1 и 2%. Конечные технологические показатели опытных образцов представлены в таблице 8.

По физико-химическим показателям образцы соответствуют нормируемым

показателям. Данные, полученные при микробиологическом анализе опытных образцов молокосодержащей основы с различными комбинациями заквасочных культур: YFL-811:BB-12; YFL-812:BB-12; YFL-903:BB-12; Yo-Flex:BB12, свидетельствуют о достаточной активности всех сочетаний. При этом следует констатировать факт повышенного ферментационного

кислотообразования при сочетании культур (Yo-Flex:BB12) в сравнении с параллельными опытными вариациями. Полученная совокупность показателей готовых стустков, характеризующих активность изучаемых сочетаний заквасочных культур и различных процентных внесений компонента, представлена в таблице 9.

Таблица 6. Ферментационный процесс производства образца с соевой клетчаткой

Table 6. Fermentation process for producing soybean fiber sample

Опытный образец	Состав образца: Закваска + % клетчатки	Активная кислотность (по времени), ч							Количество бифидобактерий, КОЕ/г
		0,0	2,5	3,5	4,5	4,5	5,3	6,0	
Контроль	Закваска (3)	6,6	5,38	4,97	4,66	4,60			-
Опыт 1/1	3+1,0	6,6	5,32	5,11	4,89	4,72	4,66	4,60	$2,8 \cdot 10^7$
Опыт 1/2	3+2,0	6,6	4,89	4,77	4,69	4,61			$1,6 \cdot 10^7$
Опыт 1/3	3+3,0	6,6	4,86	4,74	4,66	4,60			-

Source: [Compiled by the authors]

Таблица 7. Параметры процесса ферментации с свековичной клетчаткой

Table 7. Parameters of the fermentation process with beet fiber

Опытный образец	Состав образца: Закваска + % клетчатки	Активная кислотность pH (по времени), ч											Количество бифидобактерий, КОЕ/г
		0,0	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	
Контроль	-	6,60	5,38	4,97	4,66	4,60							-
Опыт 2/1	3+1,0	6,60	5,39	5,17	5,11	5,01	4,93	4,85	4,75	4,67	4,61		$8,8 \cdot 10^6$
Опыт 2/2	3+2,0	6,60	5,33	5,12	4,89	4,79	4,73	4,69	4,64	4,60			-
Опыт 2/3	3+3,0	6,60	5,40	5,21	4,99	4,88	4,81	4,78	4,73	4,69	4,65	4,60	-

Source: [Compiled by the authors]

Таблица 8. Качественные показатели готового продукта

Table 8. Quality indicators of the finished product

Наименование показателя	Контроль	Соевая клетчатка		Свековичная клетчатка
		Опыт 1/1	Опыт 1/2	
МДЖ, %	$3,3 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$
МДБ, %	$3,2 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$
Сухие вещества, %	$12,35 \pm 0,2$	$2,72 \pm 0,2$	$13,01 \pm 0,2$	$13,45 \pm 0,2$
Титруемая кислотность, °Т	$81,0 \pm 1,0$	$79,0 \pm 1,0$	$77,0 \pm 1,0$	$79,0 \pm 1,0$
pH, ед. pH	$4,52 \pm 0,5$	$4,53 \pm 0,5$	$4,54 \pm 0,5$	$4,55 \pm 0,5$

Source: [Compiled by the authors]

В ходе процесса ферментации и органолептической оценки экспериментальных образцов были выявлены и сняты с дальнейшего исследования несоответствующие образцы: с соевой клетчаткой - образец с 3% компонента, так как не соответствовал по органолептическим показателям, во вкусе преобладал внесенный компонент, консистенция крупинчатая; с свекловичной клетчаткой - образца с 2 и 3% компонента, в данных образцах процесс ферментации достиг максимально допустимого

предела 11 ч, вследствие чего сгусток был нарушен, консистенция неоднородная, с частицами внесенного компонента, вкус меловой.

Экспериментально установлено, что клетчатка стимулирует ферментативные процессы технологической микрофлоры. При этом наибольшая активность отмечена при добавлении соевой клетчатки.

Для изучения качества продукта в процессе хранения были изучены наиболее важные показатели (табл. 10).

Таблица 9. Оценка процесса ферментации опытных образцов
Table 9. Evaluation of the fermentation process of experimental samples

Наименование образца	Продолжительность ферментации до готовности, ч	Показатель активной кислотности, ед. pH
Контроль	4,5±0,1	4,60±0,5
Опыт 1/1	6,0±0,1	4,60±0,5
Опыт 1/2	4,5±0,1	4,61±0,5
Опыт 1/3	4,5±0,1	4,60±0,5
Опыт 2/1	8,0±0,1	4,60±0,5
Опыт 2/2	7,5±0,1	4,61±0,5
Опыт 2/3	8,5±0,1	4,60±0,5

Source: [Compiled by the authors]

Таблица 10. Микробиологическая характеристика продукта
Table 10. Microbiological characteristics of the product

Образцы	Количество микроорганизмов на конец технологического процесса, КОЕ/г		Визуализация полученного результата	Количество микроорганизмов на конец гарантированного срока хранения		Визуализация полученного результата
	бифидобактерии (не менее $1,0 \cdot 10^6$)	молочно-кислые микроорганизмы (не менее $1,0 \cdot 10^7$)		бифидобактерии (не менее $1,0 \cdot 10^6$)	молочно-кислые микроорганизмы (не менее $1,0 \cdot 10^7$)	
Контроль	-	$1,1 \cdot 10^9$	-	-	$1,1 \cdot 10^9$	
Опыт 1/1	$2,8 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^9$		$3,8 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^9$	
Опыт 1/2	$1,6 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^9$		$5,7 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^9$	
Опыт 2/1	$8,8 \cdot 10^6$	$7,0 \cdot 10^8$		$7,3 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^9$	

Source: [Compiled by the authors]

В процессе хранения у опыта 2/1 ухудшились органолептические показатели, а в опыте 1/2 количество бифидобактерий меньше, чем в опыте 1/1, следовательно, свекловичную клетчатку (опыт 2/1) нецелесообразно применять для производства продукта согласно заданию, а соевую клетчатку вносить в дозировке 2,0% (опыт 1/2).

На основании полученных данных, можно спроектировать технологический процесс производства йогурта: при выработке йогурта нормализация молока проводится в потоке до м.д.ж. 3,3%; нормализованную по массовой доли жира смесь, подвергнутую нагреванию до температуры $(55 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, гомогенизируют при следующих условиях: давлении $(12 \pm 12,5)$ Мпа; пастеризуют $(87 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, выдержка 30 секунд; принудительное охлаждение подготовленной смеси до температуры, которая приемлема для заквашивания $(38 \pm 2)^{\circ}\text{C}$; производство инновационного компонента - ферментного комплекса, содержащего подобранный растительный компонент со свойствами пребиотика и комбинации заквасочных культур; процесс постепенного внесения ферментного комплекса и инновационного подсластителя при постоянном перемешивании (до полного и равномерного распространения по всей массе); заквашивание: $(38 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, в течении (9 ± 3) часов; по окончании сквашивания сгусток перемешивают (15-20) минут; охлаждают до температуры $(17 \pm 2)^{\circ}\text{C}$; оставляют на созревание; разливают и направляют на доохлаждение; созревание в холодильной камере, хранения при температуре $(4 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Обсуждение. В результате проведенных экспериментальных исследований по разработке функциональных молочкосодержащих продуктов можно сделать вывод, что данные технологии не противоречат основам конструирования пищевых продуктов. Необходимо отметить, что представленные в работе данные возможно

проработать в различных функциональных направлениях, что не противоречит работам д.т.н., заслуженного работника высшей школы (ВШ) Российской Федерации (РФ) Гавриловой Н.Б. Представленные в литературе данные являются основополагающими в производстве биотехнологических исследований в производстве специализированной, функциональной лечебно-профилактической продукции [4]. Представленные в статье данные являются неотъемлемой частью основных постулатов, но достаточно широко показывают возможные пути расширения ассортиментной линейки продукции в направлении диабетического питания.

Необходимо отметить большое количество литературных данных по работе с пробиотической микрофлорой, а также возможностями ее стимулирования в сторону количественного увеличения [1]. В статье приведены примеры практико-ориентированной технологии с возможностями использования вторичного растительного сырья с определенными пребиотико содержащими элементами.

В литературных данных по производству йогуртов не представлен комплекс используемых компонентов в системе «пробиотик – пребиотик» [3]. Помимо того, что в статье используется достаточно стабильная система на основе поликомпонентных заквасок, она подкрепляется работой пребиотической системой вторичного сырья, являющегося стимулирующим носителем пищевых веществ. Представленный в работе консорциум полезной микрофлоры и предварительно подготовленного растительного сырья можно считать основой производства не только молочных десертов, но и другой продукции на основе ферментных комплексов.

Полученные результаты при внесении ферментированных комплексов на основе пробиотических и пребиотических компонентов не противоречат основным

законам микробиотических исследований известных ученых [2]. Использование в качестве основы микробиологических законов размножения микроорганизмов является достаточной причиной для продолжения исследований, направленных на поиск дополнительно возможных сырьевых потоков, способствующих не только ресурсосбережению, но и в проработке элементарно важных для организма человека элементов, содержащихся в растительном сырье. Необходимо отметить, что внесение исследуемых в работе компонентов являются достаточно перспективным направлением в работе с рядом молкосодержащих продуктов.

Заключение. В результате научно-исследовательской работы была разработана технология молочного десерта с включением ферментированного белково-растительного комплекса на основе вторичного сырья и пробиотического комплекса заквасочных культур, а также инновационного подсластителя «Браззеин». В результате проведенных исследований установлены наиболее приемлемые сырьевые составляющие, позволяющие стимулировать жизнеспособную микрофлору к активной способности образовывать колонии, и, как следствие, придавать готовой продукции пробиотические свойства. Необходимо отметить выбор заквасочных культур, которые были основой пробиотического процесса: «Nu-Trish BB-12» и «Yo-Flex» – и использовались в виде лиофилизированных заквасочных культур. Введение в биотехнологический процесс растительного сырья на основе соевой клетчатки позволило стимулировать рост полезной микро-

флоры более чем на $2,8 \cdot 10^7$ КОЕ/г в готовой продукции при внесении выбранного на стадии эксперимента, процента внесения клетчатки в количестве 1,0% от массы смеси, которое было выбрано оптимально допустимым. При определении потребительских свойств готовой продукции наиболее оптимальной была определена соевая клетчатка, не ухудшающая установленных нормативно-технической документацией показателей: вкус и аромат приятный кисломолочный, присущие йогурту, цвет (от белого до кремового), консистенция однородная, без осадка и хлопьев, с ненарушенным сгустком. Относительно физико-химических показателей готовый продукт обладал массовой долей жира 3,3%; массовой долей белка 3,2%; массовой долей сухих веществ 12,72%; титруемая кислотность (79) °Т; активная кислотность 4,54 ед. рН; микробиологические показатели: количество бифидобактерий в готовом продукте – $2,8 \cdot 10^7$ КОЕ/г, на конец срока годности – $3,8 \cdot 10^8$ КОЕ/г. Для подтверждения диабетических свойств готовой продукции в рецептуру был введен инновационный подсластитель «Браззеин», способствующий уменьшению гликемического индекса продукта на 50% за счет сокращения количественного введения сахара. При разработке технологии молочного десерта предполагалось введение новых видов сырья, которые в процессе производства могут стимулировать различные биохимические процессы. При изучении хранимоспособности, а также процентного сохранения качественных показателей готового продукта были установлены гарантированные сроки годности.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bannikova L.I. Selection of lactic acid bacteria and their application in the dairy industry. M.: Food industry; 2013.
2. Bannikova L.A., Koroleva N.S., Semenikhin V.F. Microbiological foundations of dairy production. M.: Agropromizdat; 2007.
3. Barton G. Yogurt production. M.: Food industry; 2011.
4. Gavrilova N.B., Moliboga E.A. Biotechnology of medical, preventive and special nutrition products: textbook. Allowance. Omsk: OmGAU; 2015.
5. Gorlenko V.A., Kutuzova N.M., Pyatunina S.K. Scientific foundations of biotechnology [Electronic resource]: textbook. allowance. Part 1. Nanotechnologies in biology. M.: Prometheus; 2013.
6. Petersen E. Dairy products. M.: Publishing house of foreign literature; 2012.
7. Production of dairy products: quality and efficiency. M.: Federal Center of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2014.
8. Production of dairy products: quality and efficiency. M.: Federal Center of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2014.
9. GOST 26809-86 Milk and dairy products. Acceptance rules, sampling methods and preparation of samples for analysis. M.: Publishing house of standards. Moscow; 1986.
10. GOST 3624-92 Milk and dairy products. Titrimetric methods for determining acidity. Moscow; 1992.
11. Standartinform R Yoghurts. Potentiometric method for determining the titratable acidity of natural yoghurt. Moscow.
12. GOST 30648.3 Dairy products for baby food, Moscow; 1999.
13. GOST 5867-90 Milk and dairy products Methods for determination of fat. Moscow; 1990.
14. GOST 23327-98 Milk and dairy products. Method for measuring the mass fraction of total nitrogen according to Kjeldahl and determining the mass fraction of protein. Moscow; 1998.
15. GOST 3625-71 Milk and dairy products. Density determination methods. Moscow; 1971.
16. GOST 26754-85 Milk. Temperature measurement met. Moscow; 1985.
17. GOST 10444.11 2013 Food microbiology. Moscow; 2013.
18. GOST 30347-97 Milk and dairy products. Method for determination of *Staphylococcus aureus*. Moscow; 1997.
19. GOST 30519-97 Food products. Method for detection of bacteria of the genus *Salmonella*. Moscow; 1997.
20. GOST 33566-15 Milk and dairy products. Determination of yeasts and molds. Moscow; 2015.
21. GOST 9225-84 Milk and dairy products. Methods of microbiological analysis. Moscow; 1984.
22. Venetsianskiy A.S, Yu. O. Mishina. Technology of production of functional food products: teaching aid. Voronezh: VGU; 2014.

REFERENCES

1. Bannikova L.I. Selection of lactic acid bacteria and their application in the dairy industry. M.: Food industry; 2013.

2. Bannikova L.A., Koroleva N.S., Semenikhin V.F. Microbiological foundations of dairy production. M.: Agropromizdat; 2007.
3. Barton G. Yogurt production. M.: Food industry; 2011.
4. Gavrilova N.B., Moliboga E.A. Biotechnology of medical, preventive and special nutrition products: textbook. Allowance. Omsk: OmGAU; 2015.
5. Gorlenko V.A., Kutuzova N.M., Pyatunina S.K. Scientific foundations of biotechnology [Electronic resource]: textbook. allowance. Part 1. Nanotechnologies in biology. M.: Prometheus; 2013.
6. Petersen E. Dairy products. M.: Publishing house of foreign literature; 2012.
7. Production of dairy products: quality and efficiency. M.: Federal Center of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2014.
8. Production of dairy products: quality and efficiency. M.: Federal Center of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2014.
9. GOST 26809-86 Milk and dairy products. Acceptance rules, sampling methods and preparation of samples for analysis. M.: Publishing house of standards. Moscow; 1986.
10. GOST 3624-92 Milk and dairy products. Titrimetric methods for determining acidity. Moscow; 1992.
11. Standartinform R Yoghurts. Potentiometric method for determining the titratable acidity of natural yoghurt. Moscow.
12. GOST 30648.3 Dairy products for baby food, Moscow; 1999.
13. GOST 5867-90 Milk and dairy products Methods for determination of fat. Moscow; 1990.
14. GOST 23327-98 Milk and dairy products. Method for measuring the mass fraction of total nitrogen according to Kjeldahl and determining the mass fraction of protein. Moscow; 1998.
15. GOST 3625-71 Milk and dairy products. Density determination methods. Moscow; 1971.
16. GOST 26754-85 Milk. Temperature measurement met. Moscow; 198(In English)
17. GOST 10444.11 2013 Food microbiology. Moscow; 2013.
18. GOST 30347-97 Milk and dairy products. Method for determination of *Staphylococcus aureus*. Moscow; 1997.
19. GOST 30519-97 Food products. Method for detection of bacteria of the genus *Salmonella*. Moscow; 1997.
20. GOST 33566-15 Milk and dairy products. Determination of yeasts and molds. Moscow; 2015.
21. GOST 9225-84 Milk and dairy products. Methods of microbiological analysis. Moscow; 1984.
22. Venetsianskiy A.S, Yu. O. Mishina. Technology of production of functional food products: teaching aid. Voronezh: VGU; 2014.

Информация об авторах / Information about the authors

Молибога Елена Александровна, доктор технических наук, профессор кафедры «Биотехнология, технология общественного питания и товароведения», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», 644050, Российская Федерация, г. Омск, проспект Мира, 11, e-mail: mea130980@mail.ru

Завгородняя Любовь Михайловна, старший преподаватель кафедры «Биотехнология, технология общественного питания и товароведения», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», 644050, Российская Федерация, г. Омск, проспект Мира, 11, e-mail: lybovi5@yandex.ru

Elena A. Moliboga, Dr Sci. (Eng.), Professor, the Department of Biotechnology, Public Catering Technology and Commodity Science, Omsk State Technical University, 644050, the Russian Federation, Omsk, 11 Mira Avenue, e-mail: mea130980@mail.ru

Lyubov M. Zavgorodnyaya, Senior Lecturer, the Department of Biotechnology, Public Catering Technology and Commodity Science Omsk State Technical University, 644050, the Russian Federation, Omsk, 11 Mira Avenue, e-mail: lybovi5@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.05.2024
Поступила после рецензирования 21.06.2024
Принята к публикации 26.06.2024

Received 16.05.2024
Revised 21.06.2024
Accepted 26.06.2024