Вестник ВГУИТ/ Proceedings of VSUET ISSN 2226-910X E-ISSN 2310-1202
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2025-3-29-36 Оригинальная статья/Research article
УДК 637.13. Open Access Available online at vestnik-vsuet.ru

Методические аспекты выработки биологически полноценного йогурта

Ирина В. Буянова [1] ibuyanova_@mail.ru 0000-0002-2801-8478
Сергей А. Коновалов [2] sa.konovalov@omgau.org 0000-0003-3537-8081
Анна А. Дерканосова [3] aa-derk@ya.ru 0000-0002-9726-9262
Константин К. Полянский [3, 4] mto.vrn@mail.ru 0000-0002-8817-1466

1. Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкова, ул. Марковцева, 5, г. Кемерово,650056, Россия
2. Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, ул. Институтская пл., 1, г. Омск, 644008, Россия
3.Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
4.Воронежский филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, Карла Маркса. 67А, Воронеж, 394030, Россия

Аннотация. Йогурт отличает сбалансированность по всем элементам питания, особенно по содержанию биологически важных полноценных белков. Более детальное изучение технологических особенностей йогурта, как наиболее популярного и востребованного у потребителей напитка, позволит совершенствовать его технологию и вырабатывать продукт с новыми биологическими свойствами, повысить степень усвояемости. В силу дефицита белка в рационе питания людей актуальным становится продолжение проведения исследований по совершенствованию методологических подходов к технологии производства наиболее популярного у населения молочного напитка. Для потребителей всегда важна консистенция – плотная, густая, без отделения сыворотки. Регулирование консистенции йогурта можно добиться технологическими приемами. Цель работы- провести исследование факторов, формирующих идентификационные характеристики консистенции биологически полноценного йогурта. В соответствии с целью исследования были сформированы задачи по совершенствованию рецептур биойогурта на базе молочного сырья отечественного производителя. Изучалась роль составных частей молока - белка и жира в составе рецептурной смеси, а также сухого обезжиренного молока в формировании нормативных характеристик консистенции йогурта. Рассматривалась взаимосвязь между рецептурными компонентами и структурно-механическими свойствами кислотного геля йогурта. Химический состав молочной смеси характеризуется наличием молочного жира, который в отвердевшем виде влияет на характер консистенции йогурта. Установлена зависимость, что: с повышением содержания жира йогурт характеризуется как плотный и густой. По всем критериям качества оптимальными дозами в составе йогурта являются: массовая доля жира 2,6–6,1%., сухого обезжиренного молока от 10,5 до 12,5%. Биохимические процессы сквашивания связаны с видом микрофлоры закваски, которые формируют консистенцию йогурта. Для производства йогурта рекомендованы к использованию комбинированные закваски. Активность комбинированного состава бактериальной закваски (St- 3 + AT-5; St - 3 + F-811) позволяет быстрее достичь нормируемых значений кислотности в йогурте и тем самым, сократить технологический цикл производства на 1 час. при наилучших показателях консистенции.

Ключевые слова: белок, молочный жир, йогурт, закваска, сухое молоко, рецептура.

Methodical aspects of producing biologically complete yogurt

Irina V. Buyanova [1] ibuyanova_@mail.ru 0000-0002-2801-8478
Sergey A. Konovalov [2] sa.konovalov@omgau.org 0000-0003-3537-8081
Anna A. Derkanosova [3] aa-derk@ya.ru 0000-0002-9726-9262
Konstantin K. Polyansky [3, 4] mto.vrn@mail.ru 0000-0002-8817-1466

1 Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia
2 Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institutskaya Ploshchad, 1 str., Omsk, 644008, Russia
3 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia
4 Voronezh Branch of the Plekhanov Russian University of Economics, Karl Marx. 67A, Voronezh, 394030, Russia

Abstract. One of the key trends in the food industry's development in Russia and globally is the expansion of the range of functional food products. This study aimed to investigate technological methods for producing functional yogurt with increased milk protein content. The research objectives included examining the effect of the chemical composition of the standardized mixture on yogurt consistency, substantiating the fat/protein ratio and the type of bacterial starter. Direct-inoculation dry starters were used: pure cultures of bifidobacteria, mesophilic, and thermophilic lactic acid bacteria. Standard and generally accepted chemical, physicochemical, and analytical methods were employed. The study examined the influence of two biologically complete components—milk fat and protein—on the moisture-retaining capacity of fermented milk curds. It was found that a decrease in the fat/protein ratio reduces the amount of whey released from the curd, and, accordingly, increases its moisture-retaining capacity. Methods for improving yogurt consistency, the roles of protein and fat in the formulation, and their impact on curd viscosity and density were explored. The addition of skim milk powder in quantities of 10.0% and 12.0% is sufficient in the yogurt composition. Higher protein values of 5.1–5.2% are not recommended due to the occurrence of a consistency defect – flouriness. Based on the study of the density of the curd, the chemical composition of the yogurt mixture is recommended: the mass fraction of fat is 2.5–6.0%, the mass fraction of dry matter is 10.0–12.0%. Combinations of DVS cultures are recommended for yogurt production: St-Body 3 + YF-L811 and St-Body 3 + ABT-5, and optimal fermentation temperatures are set at 41–42°C.

Keywords: protein content, fat, water-holding capacity, yogurt, fermentation, starter.

Для цитирования
Буянова И.В., Коновалов С.А., Дерканосова А.А., Полянский К.К. Методические аспекты выработки биологически полноценного йогурта // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 3. С. 29–36. doi:10.20914/2310-1202-2025-3-29-36

For citation
Buyanova I.V., Konovalov S.A., Derkanosova A.A., Polyansky K.K. Methodical aspects of producing biologically complete yogurt. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2025. vol. 87. no. 3. pp. 29–36. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2025-3-29-36

© 2025, Буянова И.В. и др. / Buyanova I.V. et al.
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Большинство видов кисломолочных продуктов относятся к традиционным и постоянно являются объектом изучения учеными, поскольку недостаточно изучены с помощью современных методов исследования. Данная группа молочных продуктов обладают уникальными диетическими свойствами и в соответствии с государственной программой здорового питания являются важным аспектом в доктрине оздоровления населения с рекомендациями на ежедневное употребление. В настоящее время большое внимание уделяется вопросам здоровьесбережения нации, в соответствии с чем, группа кисломолочных напитков востребована населением страны. Кроме того, следует указать на высокую пищевую ценность, что определяет их как неотъемлемый элемент здорового питания и многих специализированных диет [16]. Химический состав отличает высокое содержание основных и биологически активных веществ, в частности иммуноглобулинов различных фракций, витаминов и микроэлементов, полезных видов заквасочных микроорганизмов и бифидофлоры [3, 4].

Более детальное изучение технологических особенностей йогурта, как наиболее популярного и востребованного у потребителей напитка, позволит совершенствовать его технологию и вырабатывать продукт с новыми биологическими свойствами, повысить степень усвояемости. Йогурт отличает от других видов молочных напитков высокое количественное содержание белка. В силу дефицита белка в рационе питания людей актуальным становится продолжение проведения исследований по совершенствованию методологических подходов к технологии производства наиболее популярного у населения молочного напитка.

Йогурт отличает сбалансированность по всем элементам питания, особенно по содержанию биологически важных полноценных белков. Состав штаммов микроорганизмов в бактериальной закваске определяет физиологическое назначение для определенных групп населения, а высокая кислотность продукта, определяемая степенью накопления молочной кислоты, обусловливает его диетические свойства. Для потребителей всегда важна консистенция – плотная, густая, без отделения сыворотки. В технологии производства отдельные производители используют загустители, стабилизационные системы, нарушая естественную среду молока. В связи с этим, регулирование консистенции йогурта можно добиться технологическими приемами. Натуральные свойства молока не нарушаются, сохраняется баланс питательных веществ и безопасность продукта.

В данной работе рассматриваются актуальные вопросы по совершенствованию методологии технологических операций, обусловливающие формирование структурно-механических свойств определяющие отличную консистенцию в соответствии с требованиями ГОСТ. Так, установлено влияние кислотности молочной среды на формирование сгустка йогурта. Окончательной стадией является завершающее нарастание кислотности до значений активной кислотности 4,5–4,3 и получение прочного сгустка [5–8]. Значение кислотности будет определяться активным охлаждение молочной среды до 18–20 ºС. Дальнейшее перемешивание перед розливом не отразится отрицательно на сформированной консистенции сгустка за счет созданных крепких химических связей SH–SH. Другой диапазон кислотности 5,1–4,7 ед. РН дает вялый, неоднородный сгусток, который не подлежит расфасовке, поскольку консистенция будет не соответствовать требованиям ГОСТ [3, 4].

В то же время отмечается другой фактор воздействия на структуру сгустка и консистенцию [3, 4]. Конечные технологические этапы, связанные с условиями хранения и транспортировки, могут улучшить или снизить оценки за консистенцию [8].

Изучение состояния вопроса позволило обозначить цель данной работы: провести исследование факторов, формирующих идентификационные характеристики консистенции биологически полноценного йогурта. В соответствии с целью исследования были сформированы задачи по совершенствованию рецептур биойогурта на базе молочного сырья отечественного производителя.

Материалы и методы

Объектами исследований на разных этапах работы являлись:

– молоко коровье сырое, соответствующее требованиям ГОСТ.

– молоко сухое обезжиренное ГОСТ;

– сухие лиофилизированные закваски прямого внесения – комплекс штаммов молочнокислых бактерий подвидов Lactococcus lactis, Lactobacillus helveticus, Streptococcus thermophiluse и др. Концентрация микроорганизмов была следующей: Lactococcus lactis ssp. Lactis не менее 1.5×10^9 КОЕ/г, – Lac. lactis subsp. Diacetilactis не менее 1.5×10^9 КОЕ/г, – Lactobacillus helveticus не менее 1.5×10^9 КОЕ/г, Streptococcus thermophiluse не менее 1.5×10^9 КОЕ/г.

В рамках совершенствования технологии йогурта были проведены исследования с использованием различных заквасочных культур. Эти исследования включали несколько ключевых этапов:

1. Выбор заквасочных культур: на первом этапе были определены наиболее подходящие заквасочные культуры для производства биойогурта. Эти культуры выбирались с учетом их способности к ферментации молока, вкусовых характеристик, сроков ферментации и других параметров.

2. Лабораторные исследования на этом этапе изучали активность культур, способность к ферментации, влияние на состав и свойства готового продукта. Также оценивалась стабильность культур и устойчивость к различным условиям производства.

3. Оптимизация рецептур: на основе полученных данных проводились работы по оптимизации рецептур кисломолочных напитков. С этой целью обосновывали рецептурные композиции для получения повышенного содержания белка и полезной микрофлоры.

Экспериментальные образцы с различными штаммами бактериальных культур вырабатывались по классической технологии йогуртов. Использовали комбинации штаммов культур микроорганизмов: Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus; Lactobacillus plantarum; Lactobacillus acidophilus; Lactobacillus casei; Lactobacillus fermentum; bifidobacterium bifidum; Bifidobacterium breve; Bifidobacterium longum ssp. Linfantis для получения продукта с наилучшими структурно-механическими свойствами.

Результирующими критериями служили: химический состав молочной среды, плотность сгустка по способности удерживать сыворотку в своей структуре, изменение кислотности, органолептическая оценка консистенции йогурта.

При выполнении работы использовали стандартные и общепринятые химические, физико-химические методы исследований.

Отбор проб и подготовка их к анализу для физико-химических исследований производили в соответствие с требованиями ГОСТ 13928–84 «Молоко и сливки заготовляемые. Отбор проб и подготовка их к анализу» и ГОСТ 26809–86. Кислотность, титруемую определяли по ГОСТ 3624–92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности». Активная кислотность – по ГОСТ 32892–2014 «Молоко. Метод измерения активной кислотности» электрометрическим методом на потенциометре pH – 121 в диапазоне измерений от 3,0 до 8,0 единиц pH. Содержание белка по ГОСТ 3445402018 «Продукция молочная. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля». Содержание сухих веществ по ГОСТ 3626–73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества» путем высушивания навески молока при 105 °С до постоянного веса. Содержание жира – по ГОСТ Р ИСО 2446–2011. «Молоко. Метод определения содержания жира. Кислотный метод Гербера». Синеретическую способность молочного сгустка определяли центрифужным методом с использованием центрифуги. Органолептические свойства йогурта определяли дегустационным анализом. Структурно-механические свойства определяли объективно на основе показателя динамической вязкости на вискозиметр Reotest – 01, изменяя скорости сдвига. Этот прибор позволяет точно измерять сопротивление жидкости при её перемещении.

Результаты

Образцы йогурта различного химического состава имели массовую долю жира в интервале от 0,1 до 6,0%, массовую долю сухих веществ от 8,2 до 14,3%. Отмечали низкие оценки за консистенцию, вкус. Видимо, сниженные дозы сухих веществ, и в, частности, рецептурной массы сухого обезжиренного молока, явились причиной неудовлетворительной оценки. На основе полученных оценок за экспериментальные образцы сделали вывод об улучшении всех характеристик йогурта с увеличением доли сухого обезжиренного молока в составе молочной смеси. Однако, отмечали появление крупитчатой консистенции в случае значительного повышения массы сухого обезжиренного молока в составе рецептурной смеси йогурта, что следует учесть при дальнейшем обосновании массы каждого ингредиента. Химический состав молочной смеси характеризуется наличием молочного жира, который в отвердевшем виде влияет на характер консистенции йогурта. Установлена зависимость: с повышением содержания жира йогурт характеризуется как плотный и густой. Так, йогурт с массовой долей жира от 4,0 до 6,0% дегустаторы характеризовали вкус как сливочный, полный. По всем критериям качества оптимальными дозами в составе йогурта являются: массовая доля жира 2,6–6,1%., сухого обезжиренного молока от 10,5% до 12,5%. Варианты экспериментальных образцов показаны на рисунке 1, отличающиеся количественным содержанием ингредиентов, соответственно имели различное содержание белка и жира, их соотношение при одинаковом количестве сухих веществ 8%.

Влияние химического состава молочной смеси образцов йогурта на структурно – механические свойства сгустка посредством доли выделившейся сыворотки показаны на рисунке 2.

Анализ экспериментальных данных показал, что в опытных образцах йогурта 1–4 с низким содержанием белка от 3,0 до 3,1% сгусток был недостаточно плотным с высокой долей отделившейся сыворотки в пределах от 82,5 до 75, 5, 0% от общего объема сгустка. В то же время образцы йогурта с повышенным содержанием молочного жира (№ 3, 4) показали меньшее количество сыворотки на поверхности продукта, что обусловлено высокими гидратационными свойствами молекулы жира, образуя оболочку мономолекулярной адсорбции.

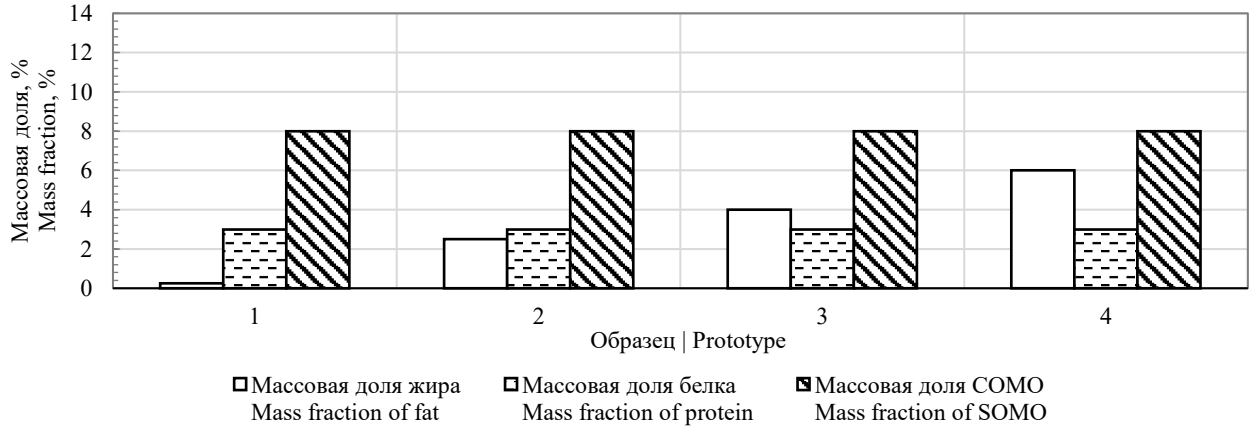


Рисунок 1. Экспериментальные образцы йогурта различного рецептурного состава и количественного содержания белка, жира, сухих веществ

Figure 1. Experimental yogurt samples of various formulations and quantitative content of protein, fat, and solids

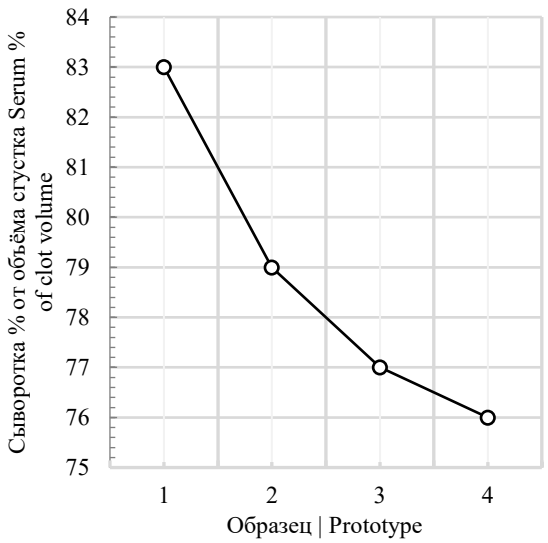


Рисунок 2. Влияние химического состава молочной смеси образцов йогурта на долю выделившейся сыворотки

Figure 2.The effect of the chemical composition of the milk mixture of yogurt samples on the proportion of released whey

Результаты показали, что в образцах № 1, 2 с низкими влагоудерживающими свойствами кислотных гелей необходимо повышать массовую долю белка путем совершенствования рецептуры за счет увеличения массы сухих молочных продуктов. Внесение сухого обезжиренного молока 10,5% и 12,5% приводило к повышению количественного содержания белка от 3,75% до 4,5%. Тем самым, влага мономолекулярной адсорбции субмицелл казеина прочно связывалась, и кислотные сгустки были прочными, на разрезе давали небольшое количество сыворотки, что выражалось в снижении доли от 78 до 65% от общего объема сгустка. Дозу сухого обезжиренного молока варьировали до содержания излишнего количества белка 5,25%, что отрицательно сказывалась на формирование консистенции и проявлялось в появлении порока консистенции – мучнистость.

Биохимические процессы сквашивания связанные с видом микрофлоры закваски формируют консистенцию йогурта. Исследования проводили с различными штаммами заквасок (таблица 1). Все они относятся к пробиотическим культурам функционального назначения.

Следует отметить, что комбинирование культур St 3 + AT-5 и St – 3 + F-811 в опытных образцах йогурта позволяет активизировать кислотообразование в сравнении с образцами, заквашенных штаммом St-Body 3, содержащей только Streptococcus thermophilus. Динамика кислотообразования, контролируемая в течение процесса сквашивания опытных образцов йогурта, проиллюстрирована на рисунке 3.

Результаты показывают, что процесс ферментации проходил наиболее активно в диапазоне оптимальных температурных режимов 41–43 ºС для указанных видов микроорганизмов, и одновременно при более низких значениях температур в диапазоне 37–38 ºС и 39–41 ºС. Плотная консистенция йогурта зафиксирована при нарастании кислотности среды до 64–76 ºТ.

Таблица 1.

Характеристика бактериальных заквасок молочнокислых бактерий

Table 1.

Characteristics of bacterial starter cultures of lactic acid bacteria

Характеристика Characteristic	Заквасочная культура | Starter culture		
	St–3	AT-5	F–811
Вид микрофлоры Type of microflora	1) *Streptococcus thermophilus*	1) *Streptococcus thermophilus* 2) *Lactobacillus acidophilus* 3) *Bifidobacterium longum*	1)*Streptococcus thermophilus* 2) *Lactobacillus delbruekii* подвид|subspecies *bulgaricus*
Минимальная клеточная концентрация, КОЕ/г Minimum cellular concentration CFU/g		5×10^{9}	5×10^{11}
Оптимальная температура сквашивания, ºС Optimal fermentation temperature, ºС	38–44	38 – 44	38–44
pH	4,8–5,3	4,9–5,2	4,6–4,9

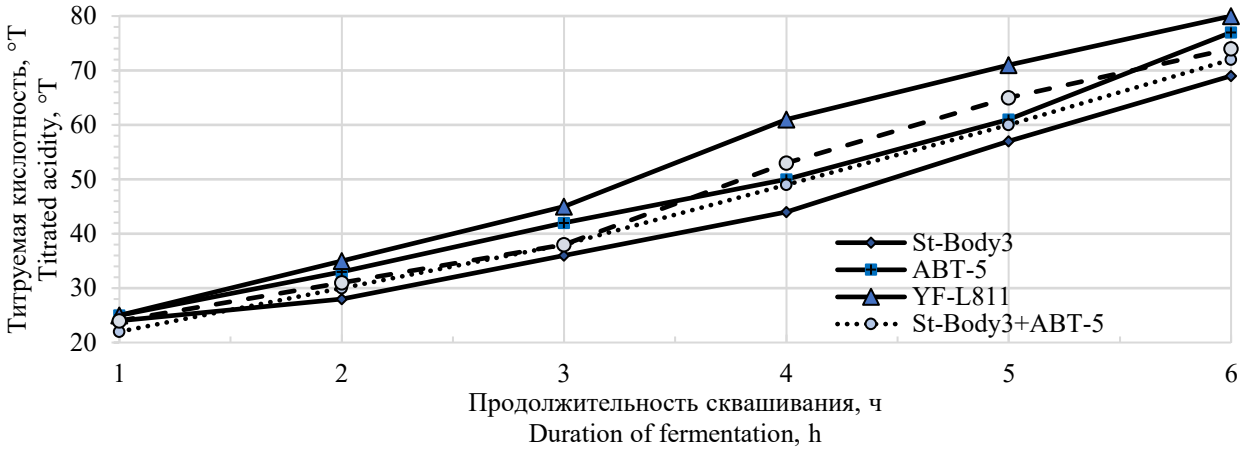


Рисунок 3. Динамика кислотонакопления при выработке йогурта

Figure 3. Dynamics of acid accumulation during yogurt production

Оптимальной продолжительностью сквашивания можно считать 3–4 часа, когда заканчивается активность молочнокислой микрофлоры, завершена коагуляция белков молочной смеси и получен плотный сгусток напитка. Использование заквасочных культур АТ-5 и F-811 в составе закваски для йогурта ускоряет накопление молочной кислоты, и коагуляция белков молока проходит быстрее, за 2,5–3 час. с образованием плотной структуры. Видимо штаммы Lactobacillus acidophilus и Lactobacillus delbruekii подвида bulgaricus отличаются высокой скоростью ферментирования. Аналогичной динамикой обладают культуры комбинированной закваски St -3 + AT-5; St -3 + F – 811, сокращая время выработки йогурта в соответствии с требованиями ГОСТ до 2,5–3,0 час. Таким образом, использование комбинированных заквасочных культур позволяет ускорить технологический процесс производства с наилучшими характеристиками готового продукта, особенно в отношении формирования консистенции.

Обсуждение

Результатами исследований установлено, что в формировании структуры кисломолочных продуктов наряду с белком принимает участие и молочный жир. Зафиксирована динамика сокращения количества выделившейся сыворотки по мере увеличения количественного содержания жира, и, следовательно, степени его влияния на образование гелевой структуры. На этапе исследований рассматривалось влияние двух биологически полноценных компонентов – молочного жира и белка на способность удерживать сыворотку в структуре сгустка йогурта.

Установлена зависимость между объемом выделившейся сыворотки из кислотного сгустка и значением соотношения жир / белок в составе готового продукта. Установлено, что со снижением значения соотношения жир / белок сокращается количество выделившейся сыворотки из сгустка, и, соответственно, увеличивается способность к удержанию влаги. При использовании сухого обезжиренного молока на этапе составления смеси, с целью устранения пороков консистенции, необходимо руководствоваться улучшением влагоудерживающей способности кислотных сгустков за счет оптимальных значений молочного белка и жира в составе сухого обезжиренного молока. Анализировали динамику кислотообразования в течение сквашивания при различных температурных режимах с определением оптимальных условий развития микрофлоры бактериальной закваски.

Отмечали, что динамика накопления молочной кислоты была наиболее активной при использовании отдельных штаммов микроорганизмов АТ-5 и F–811 и характеризовалась уровнем кислотности в интервале от 70 до 80 ºТ. Кроме того, активность комбинированного состава бактериальной закваски (St–3 + AT-5; St–3 + F-811) позволяет быстрее достичь нормируемых значений кислотности в йогурте и тем самым, сократить технологический цикл производства на 1 час. при наилучших показателях консистенции.

Заключение

В проведенной работе проводились исследования по улучшению консистенции йогурта, роли биологически полноценных составных частей молока – белка и жира в составе рецептурной смеси, а также сухого обезжиренного молока в формировании нормативных характеристик консистенции йогурта. Рассматривалась взаимосвязь между рецептурными компонентами и структурно-механическими свойствами кислотного геля йогурта. Химический состав молочной смеси характеризуется наличием молочного жира, который в отвердевшем виде влияет на характер консистенции йогурта. Установлена зависимость, что: с повышением содержания жира йогурт характеризуется как плотный и густой. По всем критериям качества оптимальными дозами в составе йогурта являются: массовая доля жира 2,6–6,1%., сухого обезжиренного молока от 10,5 до 12,5%.

Увеличение количественного содержания белка до 5,1–5,2% в составе йогурта путем включения в рецептурную смесь сухого обезжиренного молока усиливало гидратационные свойства продукта, что снижало степень отделения сыворотки. Но в практике не рекомендуется использование указанного варианта в силу появления порока – мучнистость. Установлено, что со снижением значения соотношения жир / белок сокращается количество выделившейся сыворотки, соответственно, создаются условия для формирования плотного сгустка в соответствии с нормативами. Биохимические процессы сквашивания связанные с видом микрофлоры закваски формируют консистенцию йогурта. Изучен процесс гелеобразования микрофлорой бактериальных культур. Для производства йогурта рекомендованы к использованию комбинированные закваски. Активность комбинированного состава бактериальной закваски (St-3 + AT-5; St-3 + F-811) позволяет быстрее достичь нормируемых значений кислотности в йогурте и тем самым, сократить технологический цикл производства на 1 час. при наилучших показателях консистенции.

Литература

1 Сумина С.Р., Янковская В.С. Анализ рынка кисломолочных напитков с повышенным содержанием белка // Пищевые инновации и биотехнологии: сб. тез. XIII Всерос. (нац.) науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Кемерово, 2025. С. 305–306.

2 Бронникова В.В., Мошков В.И. Производство кисломолочных напитков функционального назначения // Совершенствование рациона питания населения, обеспечение качества и безопасности кулинарной продукции: сб. науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти Г.Г. Дубцова. М., 2022. С. 17–24.

3 Носкова В.И., Неронова Е.Ю. Изучение реологических характеристик кисломолочного напитка // Молочнохозяйственный вестник. 2024. № 1 (53). С. 195–206.

4 Ковалева О.А., Поповичева Н.Н., Киреева О.С. и др. Совершенствование рецептуры кисломолочного напитка с повышенной пищевой ценностью // Ползуновский вестник. 2022. № 2. С. 7–14.

5 Khan M.F., Khan M.A. Functional Yogurt: Types and Health Benefits // Foods. 2021. Vol. 10. № 4. 1000. doi: 10.3390/foods10041000

6 Mehta A., Gupta R.K. Innovations in Yogurt Production: Incorporation of Whole Grains and Their Health Benefits // Foods. 2020. Vol. 9. № 12. 1745. doi: 10.3390/foods9121745

7 Patel S., Ghosh S. The Impact of Fermented Dairy Products on Human Health: A Review of Current Research // Foods. 2021. Vol. 10. № 2. 300. doi: 10.3390/foods10020300

8 Petrevska S., Trajkovska B., Nakov G. et al. Sustainable Innovations in Oat-Based Yogurts: Modulating Quality and Sensory Properties with Chia Seeds and Honey // Sustainability. 2024. Vol. 16. № 20. 8944. doi: 10.3390/su16208944

9 Sharma R., Sharma A. Antioxidant Effect and Sensory Evaluation of Yogurt Supplemented with Ginseng Extract // Foods. 2021. Vol. 10. № 3. 639. doi: 10.3390/foods10030639

10 Zhang Y., Wang J. The Role of Probiotics in Yogurt: A Review of Health Benefits and Nutritional Value // Foods. 2022. Vol. 11. № 5. 700. doi: 10.3390/foods11050700

11 Харитонова И.Б. Исследование физико-химических и структурно-механических показателей овощного функционального кисломолочного напитка // Научная жизнь. 2024. Т. 19. № 1 (133). С. 92–100.

12 Arab M., Yousefi M., Khanniri E. et al. A comprehensive review on yogurt syneresis: Effect of processing conditions and added additives // Journal of Food Science and Technology. 2023. Vol. 60. № 6. P. 1656–1665. doi: 10.1007/s13197-022-05477-2

13 Gantumur M.A., Sukhbaatar N., Jiang Q. et al. Effect of modified fermented whey protein fortification on the functional, physical, microstructural, and sensory properties of low-fat yogurt // Food Control. 2024. Vol. 155. 110032. doi: 10.1016/j.foodcont.2023.110032

14 Brodziak A., Król J., Barłowska J. et al. Changes in the physicochemical parameters of yoghurts with added whey protein in relation to the starter bacteria strains and storage time // Animals. 2020. Vol. 10. № 8. 1350. doi: 10.3390/ani10081350

15 Biçer Y., Telli A.E., Turkal G. et al. From Raw to Fermented: Uncovering the Microbial Wealth of Dairy // Fermentation. 2025. Vol. 11. № 10. 552. doi: 10.3390/fermentation11100552

16 Фаткуллин Р.И., Калинина И.В., Попова Н.В. и др. Разработка йогурта с антиоксидантными свойствами на основе использования инкапсулированного таксифолина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84. № 2. С. 46–51. doi: 10.20914/2310-1202-2022-2-46-51

17 Kenzheyeva Z., Velyamov M., Dyuskalieva G. et al. Biotechnology of yogurt producing with specialized fermentation starters: safety indicators assessment // Food Science and Technology. 2021. Vol. 42. e31221. doi: 10.1590/fst.31221

18 Zobkova Z.S., Lazareva E.G., Semipyatniy V.K. Methodological approach to designing fermented dairy products with optimal biological value // Foods. 2022. Vol. 11. № 1. 114. doi: 10.3390/foods11010114

19 Sinotte V.M., Rubin B.E.R., Moreau C.S. et al. Making yogurt with the ant holobiont uncovers bacteria, acids, and enzymes for food fermentation // iScience. 2025. Vol. 28. № 10. 113595. doi: 10.1016/j.isci.2025.113595

20 Rathnakumar K., Jain S., Awasti N. et al. Ultrasonic processing: Effects on the physicochemical and microbiological aspects of dairy products // Critical Reviews in Biotechnology. 2024. Vol. 44. № 8. P. 1638–1652. doi: 10.1080/07388551.2024.2332941

21 Paz-Díaz H.J., Serna-Cock L., Vargas-Muñoz M.A. Effect of process variables on the physicochemical and rheological properties of yogurt // Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica. 2021. Vol. 24. № 1. e1778. doi: 10.31910/rudca.v24.n1.2021.1778

22 Коршик Т.С., Мастихина А.Л., Сергазиева О.Д. и др. Оптимизация ассортимента йогуртов с растительными добавками: товароведческий подход к выбору и оценке компонентов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2025. Т. 87. № 1. С. 175–183. doi: 10.20914/2310-1202-2025-1-175-183

References

1 Sumina S.R., Yankovskaya V.S. Market analysis of fermented milk drinks with high protein content. In: Food innovations and biotechnologies. Collection of abstracts of the XIII All-Russian (National) Scientific Conference of students, postgraduates and young scientists. Kemerovo, 2025. pp. 305–306. (in Russian)

2 Bronnikova V.V., Moshkov V.I. Production of fermented milk beverages for functional purposes. In: Improving the diet of the population, ensuring the quality and safety of culinary products. Collection of scientific papers of the All-Russian Scientific and Practical conference with international participation, dedicated to the memory of Honorary Worker of Higher Education of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor Georgy Georgievich Dubtsov. Moscow, 2022. pp. 17–24. (in Russian)

3 Noskova V.I., Neronova E.Yu. Study of rheological characteristics of a fermented milk drink. Dairy Bulletin. 2024. no. 1(53). pp. 195–206. (in Russian)

4 Kovaleva O.A., Popovicheva N.N., Kireeva O.S., Lazareva T.N., Zhuchkov S.A. Improving the formulation of a fermented milk drink with increased nutritional value. Polzunovsky bulletin. 2022. no. 2. pp. 7–14. (in Russian)

5 Khan M.F., Khan M.A. Functional Yogurt: Types and Health Benefits. Foods. 2021. vol. 10. no. 4. p. 1000. doi:10.3390/foods10041000

6 Mehta A., Gupta R.K. Innovations in Yogurt Production: Incorporation of Whole Grains and Their Health Benefits. Foods. 2020. vol. 9. no. 12. p. 1745. doi:10.3390/foods9121745

7 Patel S., Ghosh S. The Impact of Fermented Dairy Products on Human Health: A Review of Current Research. Foods. 2021. vol. 10. no. 2. p. 300. doi:10.3390/foods10020300

8 Petrevska S., Trajkovska B., Nakov G., Zlatev Z., Raykova V., Ivanova N. Sustainable Innovations in Oat-Based Yogurts: Modulating Quality and Sensory Properties with Chia Seeds and Honey. Sustainability. 2024. vol. 16. no. 19. p. 8944. doi:10.3390/su16198944

9 Sharma R., Sharma A. Antioxidant Effect and Sensory Evaluation of Yogurt Supplemented with Ginseng Extract. Foods. 2021. vol. 10. no. 3. p. 639. doi:10.3390/foods10030639

10 Zhang Y., Wang J. The Role of Probiotics in Yogurt: A Review of Health Benefits and Nutritional Value. Foods. 2022. vol. 11. no. 5. p. 700. doi:10.3390/foods11050700

11 Kharitonova I.B. Investigation of physicochemical and structural-mechanical parameters of a vegetable functional fermented milk drink. Scientific life. 2024. vol. 19. no. 1(133). pp. 92–100. (in Russian)

12 Arab M., Yousefi M., Khanniri E. et al. A comprehensive review on yogurt syneresis: Effect of processing conditions and added additives. Journal of Food Science and Technology. 2023. vol. 60. no. 6. pp. 1656–1665. doi:10.1007/s13197-022-05477-2

13 Gantumur M.A., Sukhbaatar N., Jiang Q. et al. Effect of modified fermented whey protein fortification on the functional, physical, microstructural, and sensory properties of low-fat yogurt. Food Control. 2024. vol. 155. p. 110032. doi:10.1016/j.foodcont.2023.110032

14 Brodziak A., Król J., Barłowska J. et al. Changes in the physicochemical parameters of yoghurts with added whey protein in relation to the starter bacteria strains and storage time. Animals. 2020. vol. 10. no. 8. p. 1350. doi:10.3390/ani10081350

15 Biçer Y., Telli A.E., Turkal G. et al. From Raw to Fermented: Uncovering the Microbial Wealth of Dairy. Fermentation. 2025. vol. 11. no. 10. p. 552. doi:10.3390/fermentation11100552

16 Fatkullin R.I., Kalinina I.V., Popova N.V. et al. Development of yogurt with antioxidant properties based on the use of encapsulated taxifolin. Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2022. vol. 84. no. 2. pp. 46–51. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-46-51 (in Russian)

17 Kenzheyeva Z., Velyamov M., Dyuskalieva G. et al. Biotechnology of yogurt producing with specialized fermentation starters: safety indicators assessment. Food Science and Technology. 2021. vol. 42. p. e31221. doi:10.1590/fst.31221

18 Zobkova Z.S., Lazareva E.G., Semipyatniy V.K. Methodological approach to designing fermented dairy products with optimal biological value. Foods. 2022. vol. 11. no. 1. p. 114. doi:10.3390/foods11010114

19 Sinotte V.M., Rubin B.E.R., Moreau C.S. et al. Making yogurt with the ant holobiont uncovers bacteria, acids, and enzymes for food fermentation. iScience. 2025. vol. 28. no. 10. p. 113595. doi:10.1016/j.isci.2025.113595

20 Rathnakumar K., Jain S., Awasti N. et al. Ultrasonic processing: Effects on the physicochemical and microbiological aspects of dairy products. Critical Reviews in Biotechnology. 2024. vol. 44. no. 8. pp. 1638–1652. doi:10.1080/07388551.2024.2332941

21 Paz-Díaz H.J., Serna-Cock L., Vargas-Muñoz M.A. Effect of process variables on the physicochemical and rheological properties of yogurt. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica. 2021. vol. 24. no. 1. p. e1778. doi:10.31910/rudca.v24.n1.2021.1778

22 Korshik T.S., Mastikhina A.L., Sergazieva O.D. et al. Optimization of the assortment of yogurts with plant additives: commodity approach to the selection and evaluation of components. Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2025. vol. 87. no. 1. pp. 175–183. doi:10.20914/2310-1202-2025-1-175-183 (in Russian)

Сведения об авторах

Ирина В. Буянова д.т.н., профессор, Высшая аграрная школа, Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова, ул. Марковцева, 5, г. Кемерово 650056, Россия, ibuyanova_@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-2801-8478

Сергей А. Коновалов к.т.н., доцент, кафедра продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина учреждения, ул. Институтская пл., 1, г. Омск, 644008 Россия, sa.konovalov@omgau.org
https://orcid.org/0000-0003-3537-8081

Анна А. Дерканосова д.т.н., профессор, кафедра ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@ya.ru
https://orcid.org/0000-0002-9726-9262

Константин К. Полянский д.т.н., профессор, кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Воронежский филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, ул. Карла Маркса, 67А, Воронеж, 394030), mto.vrn@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-8817-1466

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Irina V. Buyanova Dr. Sci. (Engin) professor, Higher Agricultural School, Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, 5 Markovtseva St., Kemerovo, 650056, Russia, ibuyanova_@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-2801-8478

Sergey A. Konovalov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and food biotechnology department), Omsk State Agrarian University named after. P.A. Stolypin, Institutskaya, square, 1, Omsk, 644008, Russia, sa.konovalov@omgau.org
https://orcid.org/0000-0003-3537-8081

Anna A. Derkanosova Dr. Sci. (Engin) proffessor, restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Avenue, 19, Voronezh, Russia, aa-derk@ya.ru
https://orcid.org/0000-0002-9726-9262

Konstantin K. Polyansky Dr. Sci. (Engin) professor, management of socio-economic systems and business processes department, Voronezh branch of the Plekhanov Russian University of Economics, Karl Marx, st., 67A, Voronezh, 394030, Russia, mto.vrn@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-8817-1466

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/07/2025	**После редакции** 18/08/2025	**Принята в печать** 03/09/2025
Received 01/07/2025	**Accepted in revised** 18/08/2025	**Accepted** 03/09/2025