УДК: 637.146

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО МОРОЖЕНОГО С ПРЕБИОТИЧЕСКИМИ КОМПОНЕНТАМИ

В.Р. Ахмедова*, С.А. Рябцева, М.А. Шпак, Г.С. Анисимов, Е.В. Маругина

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355009, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

**e-mail: info@ncfu.ru*

Дата поступления в редакцию: 13.10.2015
Дата принятия в печать: 05.11.2015

Разработан новый способ получения мороженого, технологический подход которого заключался в частичной замене сахарозы на лактулозу и стабилизатора на инулин с целью получения кисломолочного мороженого, обладающего функциональными свойствами. Получены данные о влиянии лактулозы и инулина на развитие и выживаемость мезофильных лактококков LAT CW L, которые показали возможность использования этих пребиотиков в технологии кисломолочного мороженого для улучшения его органолептических и микробиологических характеристик. Установлены закономерности изменения свойств смеси для молочного мороженого при ферментации разными видами заквасок. Обоснован выбор закваски БК-Углич-АВ (*Lactobacillus acidophilus*), применение которой позволяет провести процесс ферментации смеси до титруемой кислотности 70–90 °Т в течение 4–6 часов, при этом количество живых клеток заквасочной микрофлоры достигает уровня 10^8 КОЕ/г, необходимого для обеспечения нормируемых микробиологических показателей кисломолочного мороженого, а также придавать сквашенным смесям для мороженого повышенную антиоксидантную активность и хорошие органолептические показатели. Выявлены закономерности влияния массовой доли сахарозы на развитие заквасочных культур в смесях для мороженого. Изучено влияние лактулозы и инулина на процессы получения и качественные характеристики кисломолочного мороженого, полученного с использованием *L. acidophilus*. Получена математическая зависимость, адекватно описывающая влияние лактулозы на выживаемость молочнокислых микроорганизмов *L. acidophilus* в кисломолочном мороженом в процессе длительного хранения. Установлено, что внесение 2 % инулина положительно влияет на взбитость и сопротивляемость к таянию кисломолочного мороженого. Комбинированное применение инулина и лактулозы в технологии кисломолочного мороженого позволяет улучшить консистенцию и вкус, а также повысить выживаемость микрофлоры закваски в процессе хранения мороженого и продлить срок годности.

Кисломолочное мороженое, лактулоза, инулин, ацидофильная палочка

Введение

Основная доля рынка функциональных продуктов питания принадлежит кисломолочным напиткам, в том числе с про- и/или пребиотиками. Однако у таких продуктов есть свои недостатки, к которым относятся непродолжительные сроки хранения, нестабильность консистенции, постокисление. Перспективное направление решения этой проблемы – получение кисломолочного мороженого, подтверждением растущего интереса к которому стал недавно принятый ГОСТ 32929-2014 «Мороженое кисломолочное. Технические условия» [1].

Большинство видов мороженого, представленных на современном отечественном рынке, трудно отнести к полезным продуктам из-за высокой калорийности, содержания синтетических подсластителей, красителей, ароматизаторов и стабилизаторов. Применение натурального молочного, фруктового и овощного сырья, замена сахара и жира на функциональные компоненты относятся к ведущим тенденциям расширения ассортимента мороженого [2]. Разработка технологии и рецептур, позволяющих сочетать преимущества кисломолочных продуктов и пребиотиков в таком популярном продукте, как мороженое, является актуальной задачей.

Целью данного исследования является разработка научно обоснованной технологии кисломолочного мороженого с пребиотическими компонентами, оказывающими положительное влияние на процессы производства и показатели качества готового продукта.

Материалы и методика исследований

Для проведения исследований использовали промышленно выпускаемые концентраты лактулозы «Лактусан» (производства «Фелицита Холдинг», Россия) и «Дюфалак» (производства SOLVAY PHARMA, Веесп, Нидерланды), препарат инулина (порошок цикория), торговая марка Frutafit IQ (производство Sensus, Roosendal, Нидерланды).

В качестве объектов исследований были использованы смеси для мороженого разного состава, в том числе с пребиотиками, полученные с использованием заквасок: БК-Углич-АВ (*Lb. acidophilus),* БК-Углич-СМТ (*Lac. lactis subsp. lactis, Lac. lactis subsp. cremoris*, *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetilactis, Str. salivarius subsp. thermophilus*), БК-Углич-№7К (*Lac. lactis subsp. lactis, Lac. lactis subsp. cremoris*, *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetilactis, Lb. casei),* БК-Углич-ТВ (*Str. salivarius*

subsp. thermophilus), БК-Углич-СТБ (*Lb. bulgaricus, Str. salivarius subsp. thermophilus*) производства ФГУП «Экспериментальная биофабрика» Россельхозакадемии, г. Углич; кефирной закваски, ООО «Молочный комбинат «Ставропольский», г. Ставрополь; LAT CW L (*Lac. lactis subsp. lactis, Lac. lactis subsp. cremoris*, *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetilactis*) производства ООО «Лактина», ЭКОКОМ Болгария, а также образцы кисломолочного мороженого.

Для определения характеристик объектов исследований и технологических процессов использовались общепринятые и стандартные методы: титруемую кислотность титриметрически по ГОСТ 3624-92; активную кислотность потенциометрически по ГОСТ Р 51455-99; антиоксидантную активность по ГОСТ Р 54037-2010 с использованием прибора «ЦветЯуза-01-АА», данное исследование проводилось в НИЛ нанобиотехнологии и биофизики Центра коллективного пользования СКФУ; количество молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11-89; оценку органолептических показателей кисломолочного мороженого проводили по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011; определение взбитости и устойчивости мороженого к таянию проводили по ГОСТ Р 31457-2012; определение массовой доли лактулозы и углеводного состава образцов смеси для мороженого методом высокоэффективной жидкостной хроматографии проводили по ГОСТ Р 54760-2011.

Результаты и их обсуждение

Одним из способов получения мороженого функционального назначения является частичная замена основных ингредиентов, входящих в его состав (сахар, жир, сухие вещества, стабилизаторы), на такие добавки, как пребиотики, которые обладают определенным набором полезных свойств.

В настоящее время к пребиотикам относят большое число разнообразных веществ, однако наиболее изученными и перспективными для применения в мороженом пребиотиками являются лактулоза и инулин.

Лактулозу и инулин широко используют в разработке различных кисломолочных продуктов с целью придания им функциональных свойств, однако при этом можно получить дополнительно целый ряд положительных эффектов: повышение выживаемости заквасочной микрофлоры при длительном хранении и замораживании; увеличение сроков хранения продукции; улучшение консистенции продуктов.

В ранее проведенном исследовании [7] было показано, что добавление лактулозы в количестве 3 % приводит к увеличению значений напряжения сдвига, эффективной вязкости и получению более однородной плотной консистенции кисломолочных продуктов, приготовленных с использованием заквасок для сметаны LAT CW L. Однако самым важным для разработки технологии кисломолочного мороженого выводом было то, что добавление лактулозы в концентрации 3 % приводило к существенному (на 1–3 порядка) увеличению выживаемости микрофлоры заквасок для сметаны LAT CW L в условиях холодильного хранения и замораживания.

Анализ литературных данных показал, что инулин также может стать технологичным ингредиентом для кисломолочного мороженого, так как этот полисахарид может образовывать с водой кремообразный гель с жироподобной текстурой и таким образом имитировать присутствие жира в обезжиренных или низкожирных продуктах, обеспечивая им полноту текстуры и вкуса, улучшать стабильность аэрированных продуктов (мороженого, муссов) и эмульсий (спредов, соусов), может частично или полностью заменять в них жир [5].

Исходя из вышеизложенного, первый этап работы был посвящен исследованию влияния лактулозы и инулина на свойства смесей для мороженого, полученных с использованием закваски мезофильных лактококков LAT CW L.

В процессе сквашивания смесей для мороженого разного состава (в том числе с заменой 3 % сахарозы на сироп лактулозы) закваской LAT CW L измеряли pH и титруемую кислотность, после процесса сквашивания проводили органолептическую оценку, определяли количество молочнокислых микроорганизмов (рис. 1) и вязкость.

Установлено, что добавление 3 % сиропа лактулозы позволяет увеличить вязкость смесей для мороженого на 60 %, повысить выживаемость микрофлоры бактериальной закваски LAT CW L после фризерования на 11,8 %, а через 5 месяцев хранения готового кисломолочного мороженого на 25 % по сравнению с контрольным образцом.

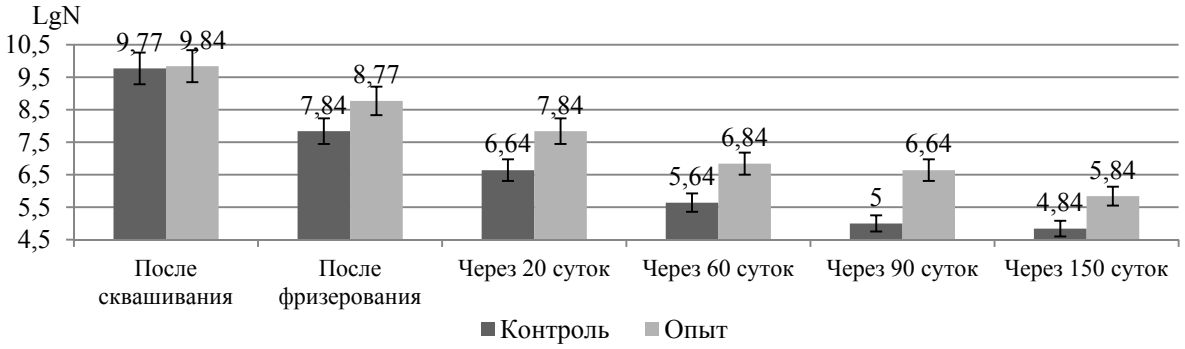

Рис. 1. Влияние лактулозы на микрофлору закваски LAT CW L в смесях для кисломолочного мороженого и готовом продукте в процессе хранения (контроль – без лактулозы, опыт – 3 % лактулозы)

Результаты экспериментов показали, что добавление в смесь для мороженого инулина также способствует увеличению вязкости смеси (на 13,4 % в образце с 1 % инулина и на 39,7 % в образце с 3 % инулина) и сохранению жизнеспособности заквасочной микрофлоры. Отмечено положительное влияние инулина на вкус и консистенцию сквашенных смесей.

Полученные результаты исследований показали возможность использования лактулозы и инулина в технологии кисломолочного мороженого для улучшения его органолептических и микробиологических характеристик.

Анализ результатов исследования влияния закваски LAT CW L на свойства смеси для кисломолочного мороженого показал, что ее использование приводит к быстрому сквашиванию смеси, а комбинация с пребиотиками приводит к улучшению вязкости и органолептических свойств смеси. Однако данный вид закваски производится зарубежной фирмой. Учитывая необходимость обеспечения продовольственной безопасности нашей страны и импортозамещения, было принято решение провести подбор заквасочной микрофлоры отечественного производства для кисломолочного мороженого.

Для осуществления поставленной задачи были использованы серийновыпускаемые, хорошо зарекомендовавшие себя на производстве заквасочные культуры: БК-Углич-АВ (*L. acidophilus),* БК-Углич-СМТ (*Lac. lactis spp. Str. salivarius subsp. thermophilus*), БК-Углич-№7К (*Lactococcus lactis spp., L. casei),* БК-Углич-ТВ (*Str. salivarius subsp. thermophilus*), БК-Углич-СТБ (*L. bulgaricus, Str. salivarius subsp. thermophilus*) производства ФГУП «Экспериментальная биофабрика» Россельхозакадемии, г. Углич; кефирная закваска, ООО «Молочный комбинат «Ставропольский», г. Ставрополь.

На данном этапе работы были проведены исследования влияния различных видов заквасочной микрофлоры на процесс ферментации, антиоксидантную активность и органолептические характеристики смесей для мороженого.

В процессе сквашивания смесей для мороженого измеряли показатели кислотности (результаты показаны на рис. 2), после ферментации проводили органолептическую оценку и определяли количество молочнокислых микроорганизмов.

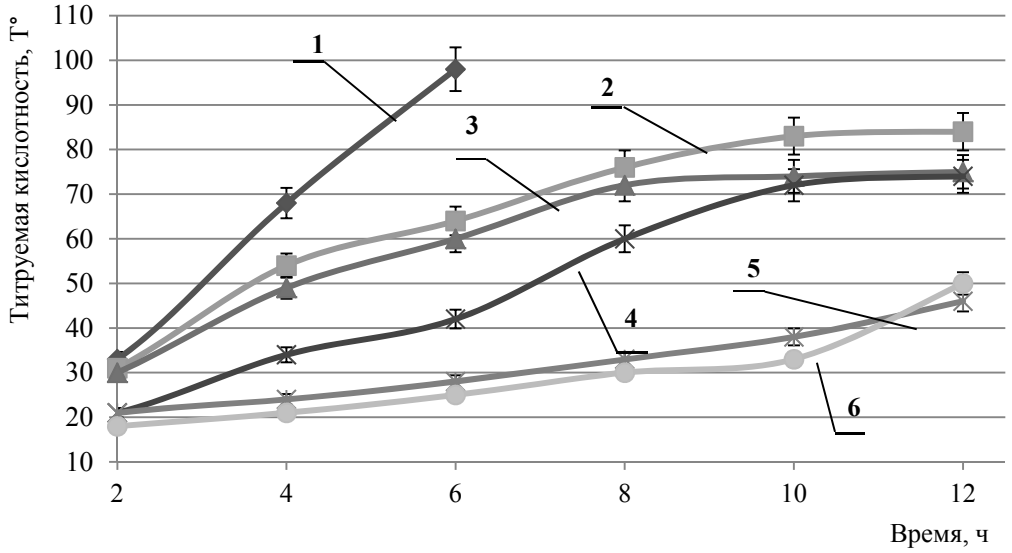

Рис. 2. Изменение титруемой кислотности в процессе сквашивания смесей для мороженого с использованием заквасок: 1 – БК-Углич-АВ (*Lb. acidophilus)*; 2 – БК-Углич-СТБ (*Lb. bulgaricus, Str. salivarius subsp. thermophilus)*; 3 – БК-Углич-ТВ (*Str. salivarius subsp. thermophilus)*; 4 – БК-Углич-№7К (*Lac. spp., Lb.casei)*; 5 – БК-Углич-СМТ (*Lac. spp., Str. salivarius subsp. thermophilus)*; 6 – кефирная закваска

По результатам исследований было установлено, что закваска БК-Углич-АВ (*L. acidophilus*) позволяет быстро, в течение 4–6 часов провести процесс ферментации смеси до титруемой кислотности 70–90 °Т и накопить за это время достаточно высокое (10^8 КОЕ/г) количество живых клеток заквасочной микрофлоры – ацидофильной палочки, которая относится к пробиотическим культурам.

Исследовано влияние концентрации сахарозы в смесях для мороженого на развитие заквасочной микрофлоры. Излишне сладкий вкус мороженого и отсутствие функционально-диетических свойств не может в полной мере удовлетворить потребности населения, ведущего здоровый образ жизни, поэтому в экспериментах были использованы смеси для мороженого с пониженным по сравнению со стандартным значением (17 %) содержанием сахарозы. В процессе проведения исследования контролировали титруемую и активную кислотность, проводили органолептическую оценку, измеряли количество молочнокислых микроорганизмов в сквашенных смесях (рис. 3).

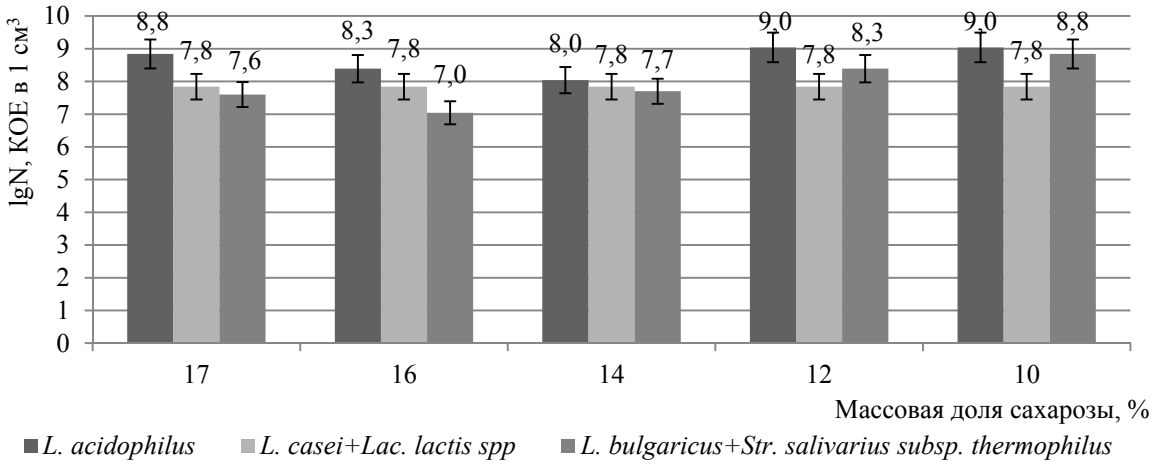

Рис. 3. Влияние массовой доли сахарозы в смеси для мороженого на развитие заквасочных культур *L. acidophilus; L. casei+Lac. lactis spp.; L. bulgaricus+Str. salivarius subsp. thermophilus*

Установлено, что культуры *L. acidophilus и Lb. bulgaricus+Str. salivarius subsp. thermophilus* развиваются интенсивнее при пониженных (10 и 12 %) концентрациях сахарозы в смесях для мороженого. Однако снижение содержания сахарозы до этого уровня приводит к ухудшению органолептических показателей готового продукта. Так, в смесях с массовой долей сахарозы 10 и 12 % наблюдался резкий кисломолочный запах и излишне кислый вкус, повышенная кислотность привела к изменению состояния белка в системе и возникновению пороков консистенции и структуры. В образцах с содержанием сахарозы 14 и 16 % изменения в органолептических свойствах не наблюдалось, данные образцы характеризовались однородной консистенцией и приятным кисломолочным вкусом и запахом.

Исследовано влияние вида заквасочной микрофлоры на антиоксидантную активность смесей для кисломолочного мороженого. Для проведения исследований ферментацию смесей для мороженого проводили до титруемой кислотности (75±5) ºТ в течение 6÷10 часов при оптимальных для развития заквасочной микрофлоры температурах, контроль не сквашивали. Суммарную концентрацию антиоксидантов в смесях определяли на жидкостном хроматографе «Цвет Яуза-01-АА» с амперометрическим детектором в пересчете на галловую кислоту, результаты показаны на рис. 4.

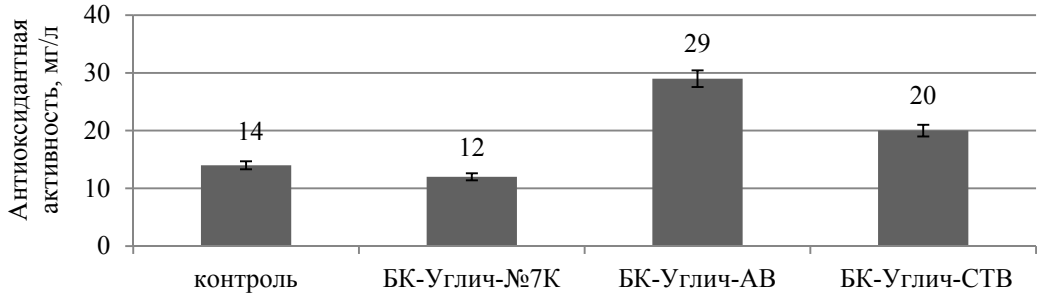

Рис. 4. Антиоксидантная активность смесей для кисломолочного мороженого, сквашенных различными бактериальными культурами

Установлено, что самую высокую антиоксидантную активность проявила смесь, сквашенная бактериальным концентратом БК-Углич-АВ, причем значение этого показателя было в 2,1 раза выше, чем в контрольном образце, в 2,4 раза выше, чем в смеси, сквашенной БК-Углич-№7К, и в 1,5 раза выше, чем в образце, полученном с использованием БК-Углич-СТБ.

Комплекс проведенных исследований позволил обосновать выбор закваски БК-Углич-АВ, содержащей пробиотическую культуру *L. acidophilus,* для производства кисломолочного мороженого.

В ранее проведенных исследованиях установлено [8], что внесение лактулозы в смесь для мороженого позволяет снизить содержание сахара и улучшить его органолептическую оценку по показателям вкуса и консистенции, а также способствует повышению выживаемости микрофлоры закваски LAT CW L (мезофильных лактококков). Однако данные о влиянии лактулозы на развитие и выживаемость ацидофильной палочки в процессе производства и хранения мороженого в литературе отсутствуют. На основании вышеизложенного было принято решение произвести частичную замену сахарозы в смеси для кисломолочного мороженого на лактулозу и исследовать ее влияние на свойства смеси и готового мороженого, полученного с использованием закваски БК-Углич-АВ.

Было проведено исследование влияния лактулозы на показатели кислотности в процессе сквашивания

вания смеси для кисломолочного мороженого. Полученные результаты исследования позволили установить, что внесение лактулозы ускоряет процесс ферментации смеси для мороженого при использовании в качестве заквасочной культуры ацидофильной палочки. Так, через 6 часов сквашивания смеси в образце с 1 % лактулозы титруемая кислотность была на 11,9 %, с 2 % – на 16,4 %, с 3 % – на 20,9 % выше, чем в контрольном образце. Разница в показателях pH менее заметна, однако является также статистически значимой: через 6 часов ферментации pH образца с 2 % лактулозы была на 10,1 %, с 3 % – на 6,3 % ниже, чем в контроле.

После процесса сквашивания определяли количество молочнокислых микроорганизмов в смеси для кисломолочного мороженого, результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Количество молочнокислых микроорганизмов в смесях для кисломолочного мороженого после процесса сквашивания

Образец	Количество молочнокислых lg N, микроорганизмов, КОЕ/см^3
Контроль	7,84±0,11
Образец № 1 (1 % лактулозы)	8,04±0,23
Образец № 2 (2 % лактулозы)	8,84±0,28
Образец № 3 (3 % лактулозы)	8,84±0,25

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что внесение 1 % лактулозы существенно не повлияло на количество микроорганизмов закваски, его увеличение составило только 2,6 %. Повышение концентрации пребиотика до 2 % привело к статистически значимому (на 12,8 %) повышению количества клеток *L. acidophilus* в процессе сквашивания смесей для кисломолочного мороженого. Такой же результат был получен при использовании 3 % лактулозы.

На следующем этапе работы представляло интерес исследование изменения углеводного состава смесей в процессе их сквашивания ацидофильной палочкой.

В ряде исследований [4, 6] установлено, что лактулоза в процессе сквашивания и хранения кисломолочных продуктов снижается, однако сведения об использовании пребиотика, пробиотическими микроорганизмами в многокомпонентных смесях для мороженого в процессе их сквашивания отсутствуют. В связи с этим на данном этапе исследования был проведен анализ углеводного состава смесей для кисломолочного мороженого до и после сквашивания с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Результаты исследования позволили установить, что ацидофильная палочка способна использовать в своем метаболизме все три углевода, прежде всего лактозу (наблюдалось снижение ее содержания после сквашивания на 16,9 %), затем лактулозу (на 11,3 %) и сахарозу (на 9,2 %).

Таким образом, подтверждается предположение о снижении концентрации лактулозы в результате ее сквашивания микрофлорой закваски БК-Углич-АВ *(L. acidophilus)* в смесях для мороженого. Это нежелательное явление, так как лактулоза стоит дорого, а добавляется она в мороженое как пребиотик. В связи с этим было принято решение вносить сироп лактулозы после окончания процесса сквашивания смеси для мороженого и исследовать полученные образцы кисломолочного мороженого на выживаемость молочнокислых микроорганизмов в процессе хранения.

С этой целью был проведен двухфакторный эксперимент, в котором изучалось влияние концентрации лактулозы и времени хранения полученных образцов мороженого при температуре -18 ºС в течение 12 месяцев; контролируемый параметр – количество живых клеток молочнокислых микроорганизмов.

Математическая обработка результатов эксперимента с использованием программы Statistica 6.0 позволила получить уравнение регрессии (1), адекватно описывающее зависимость количества клеток (N) от концентрации лактулозы (C) и времени хранения мороженого (t):

$$lg\ N = 6{,}9838 + 0{,}2786\ C - 0{,}0366\ t + 0{,}0007\ C^2 + 0{,}001\ C\ t - 0{,}0136\ t^2. \quad (1)$$

Анализ уравнения (1) показывает, что существует прямая зависимость между увеличением концентрации лактулозы в смеси и повышением выживаемости микроорганизмов закваски в мороженом при низкотемпературном хранении. В целом результаты эксперимента дают возможность сделать вывод о том, что внесение лактулозы после процесса сквашивания смесей для кисломолочного мороженого позволяет поддерживать жизнеспособность молочнокислых микроорганизмов на регламентируемом уровне в течение восьми месяцев хранения. Так, количество молочнокислых микроорганизмов в образцах мороженого с добавлением 1, 2, 3 % лактулозы через 8 месяцев хранения составило Δlg N = 6,11; 6,38; 6,77 КОЕ/см^3 соответственно. В ходе дальнейшего хранения количество микроорганизмов во всех образцах было ниже нормируемого показателя.

Исследовано влияние инулина на вязкость, взбитость смесей и устойчивость образцов кисломолочного мороженого к таянию. Результаты экспериментов показали, что внесение инулина в количестве 1 % повышает вязкость смеси для мороженого на 20,9 %, в количестве 2 % – на 43,3 % и в количестве 3 % – на 70,9 % по сравнению с контрольным образцом. Выявленный эффект играет немаловажную роль при производстве продуктов с пониженным содержанием жира и позволяет снизить количество вносимого в смесь стабилизатора.

Результаты исследования влияния инулина на взбитость смеси для мороженого представлены на рис. 5.

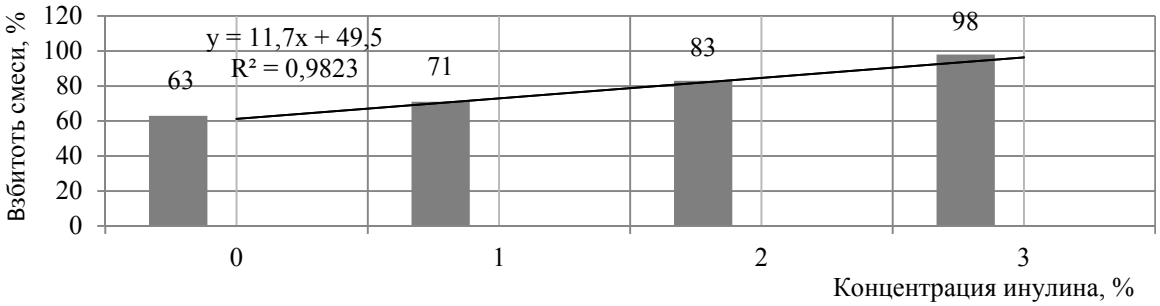

Рис. 5. Влияние инулина на взбитость смеси для мороженого

Установлено, что внесение инулина привело к увеличению способности смеси к насыщению воздухом. Однако в образце с 3 % инулина было отмечено увеличение взбитости выше стандартного показателя (90 %), что в дальнейшем при хранении может провоцировать образование порока структуры мороженого.

Результаты исследования влияния инулина на устойчивость образцов мороженого к таянию представлены на рис. 6.

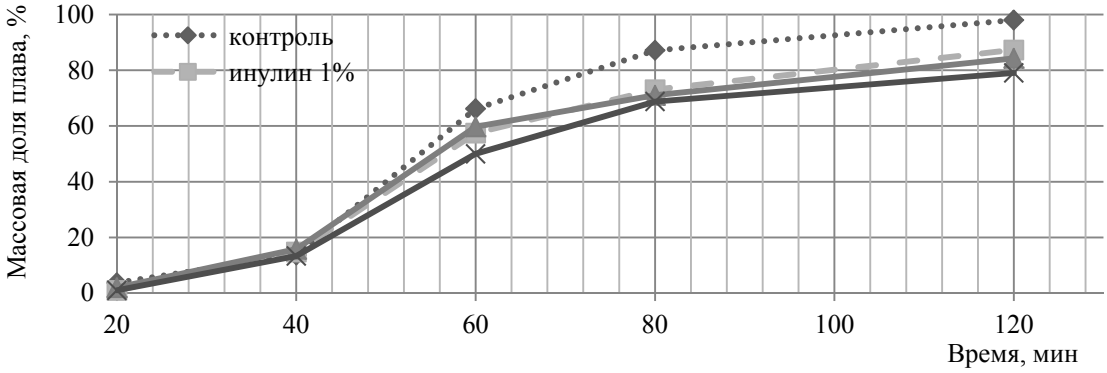

Рис. 6. Влияние инулина на устойчивость образцов мороженого к таянию

Выявлено, что образцы с инулином проявляют более высокую устойчивость к таянию: при внесении 1 % инулина массовая доля плава через 2 часа была на 10,9 % ниже, 2 % – на 14 % ниже, 3 % – на 19,3 % ниже, чем в контрольном образце.

Полученные результаты исследований позволили сделать вывод, что для производства кисломолочного мороженого оптимальным является использование 2 % инулина, поскольку применение более высоких концентраций не приведет к существенному улучшению структурно-механических и органолептических свойств, но повысит стоимость продукта. Установлено, что комбинированное применение инулина и лактулозы в технологии кисломолочного мороженого позволяет улучшить консистенцию и вкус, а также повысить выживаемость микрофлоры закваски в процессе хранения мороженого при температуре (-18±1) °С в течение 6 месяцев.

Полученные результаты исследований использовались для разработки рецептуры (табл. 2) и технологии (рис. 7) кисломолочного мороженого с пребиотическими компонентами.

Особенность технологии кисломолочного мороженого с пребиотическими компонентами заключается во внесении 2 % инулина перед процессом пастеризации и сиропа лактулозы (1 %) – после сквашивания смеси для кисломолочного мороженого ацидофильной палочкой.

Рис. 7. Схема производства кисломолочного мороженого с пребиотическими компонентами

Таблица 2

Рецептура кисломолочного мороженого с пребиотиками

Компонент смеси мороженого	Содержание, %
Основа для мороженого (СОМО 12,5 %; сахара 18,5 %)	56,3
Масло сливочное крестьянское (жира 72,5 %)	6,0
Мука – высший сорт	0,5
Сахар-песок	5,0
Стабилизатор (кремодан SE)	0,2
Закваска	5,0
Инулин	2,0
Сироп лактулозы	1,0
Вода	16,0
Вафельный стакан	8

Выводы

Экспериментально обоснован выбор закваски и пребиотических компонентов для кисломолочного мороженого. Установлено, что для производства кисломолочного мороженого целесообразно использовать закваску БК-Углич-АВ (*L. acidophilus*), которая позволяет быстро, в течение 4–6 часов провести процесс ферментации смеси до титруемой кислотности 70–90 °Т и накопить за это время достаточно высокое (10^8 КОЕ/г) количество живых клеток заквасочной микрофлоры, необходимого для обеспечения нормируемых микробиологических показателей кисломолочного мороженого после фризерования смеси и в процессе длительного хранения при низких температурах. Внесение лактулозы ускоряет процесс ферментации смеси для мороженого при использовании в качестве заквасочной культуры ацидофильной палочки. Так, через 6 часов сквашивания смеси в образце с 1 % лактулозы титруемая кислотность была на 11,9 %, с 2 % – на 16,4 %, с 3 % – на 20,9 % выше, чем в контрольном образце. Выявлено, что при производстве мороженого внесение лактулозы в концентрации 1 % позволяет повысить выживаемость микроорганизмов закваски *L. acidophilus* через 8 месяцев хранения при температуре -18 °С на уровне 6,11 КОЕ/см^3. Более высокие концентрации лактулозы использовать нецелесообразно, так как это не приводит к существенному повышению выживаемости. Использование инулина в количестве 1 % повышает вязкость смеси для мороженого на 20,9 %, в количестве 2 % – на 43,3 % и в количестве 3 % – на 70,9 % по сравнению с контрольным образцом. Выявлено, что образцы с инулином проявляют более высокую устойчивость к таянию: при внесении 1 % инулина массовая доля плава через 2 часа была на 10,9 % ниже, 2 % – на 14 %, 3 % – на 19,3 % ниже, чем в контрольном образце. Для производства кисломолочного мороженого оптимальным является использование 2 % инулина, поскольку применение более высоких концентраций не приведет к существенному улучшению структурно-механических и органолептических свойств, но повысит стоимость продукта. Установлено, что комбинированное применение инулина и лактулозы в технологии кисломолочного мороженого позволяет улучшить консистенцию и вкус, а также повысить выживаемость микрофлоры закваски в процессе хранения мороженого при температуре (-18±1) °С в течение 6 месяцев.

Список литературы

1. ГОСТ Р 32929-2014. Мороженое кисломолочное. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.

2. Евдокимов, И.А. Использование ферментативного гидролизата в технологии низколактозного мороженого / И.А. Евдокимов, И.К. Куликова // Молочная промышленность. – 2011. – № 10. – С. 68.

3. Мельникова, Е.И. Синбиотическое мороженое / Е.И. Мельникова, О.А. Мурадова // Молочная промышленность. – 2012. – № 11. – С. 74.

4. Наследова, Л.Ф. Еще раз о лактулозе / Л.Ф. Наследова // Молочная промышленность. – 2009. – № 9. – С. 68.

5. Перковец, М.В. Инулин и олигофруктоза – больше, чем просто пищевые волокна и пребиотики // Молочная промышленность. – 2007. – № 9. – С. 55.

6. Рябцева, С.А. Влияние лактулозы на заквасочную микрофлору / С.А. Рябцева, М.А. Брацихина // Молочная промышленность. – 2010. – № 4. – С. 25.

7. Рябцева, С.А. Лактулоза в кисломолочных продуктах: новые разработки / С.А. Рябцева, М.А. Брацихина // Переработка молока. – 2012. –№ 10. – С.56.

8. Рябцева, С.А. Кисломолочное мороженое с лактулозой / С.А. Рябцева, В.Р. Ахмедова, М.А. Брацихина // Молочная промышленность. – 2013. – № 1. – С. 76.

SCIENTIFIC RATIONALE FOR PRODUCING FERMENTED ICE CREAM WITH PREBIOTIC COMPONENTS

V.R. Akhmedova*, S.A. Ryabtseva, M.A. Shpak, G.S. Anisimov, E.V. Marugina

North Caucasus Federal University,
1, Pushkin Str., Stavropol, 355009, Russia

**e-mail: info@ncfu.ru*

Received: 13.10.2015
Accepted: 05.11.2015

A new technique for producing fermented ice cream with functional properties was developed, the solution being partial replacement of sucrose for lactulose and a stabilizer - for inulin. The obtained data showed that to improve organoleptic and microbiological characteristics of fermented ice-cream technology lactulose and inulin have to be used for the survival of LAT CW L mesophilic lactococcus. Regularities in the changes of ice cream mixture properties in fermenting with different kinds of starter culture are determined. The choice of the BK-Uglich-AV (*L. acidophilus*) starter culture is substantiated, which allows to carry out ice-cream mixture fermentation up to the titratable acidity of 70-90 °T during 4-6 hours, with the number of starter living cells reaching 10^8 CFU/g that is necessary for providing standardized microbial attributes of fermented ice cream, in order to provide fermented ice cream mixtures with high antioxidant activity and good organoleptic properties. Regularities in the influence of the sucrose weight fraction on the starter culture development in ice-cream mixtures were determined. The influence of lactulose and inulin on the process of production and quality characteristics of fermented ice cream produced by *L. acidophilus* was studied. Mathematical relationship fit to the influence of lactulose on the survival of the lactic microorganisms of *L. acidophilus* during long term storage of the fermented ice cream was obtained. It was found that the addition of 2% inulin had a positive effect on the overrun and melting resistance of the ice cream. The combined use of inulin and lactulose in the fermented ice cream technology can improve the texture and taste, as well as increase the ferment microflora survival rate during storage and extend shelf life of the ice cream.

Fermented ice cream, lactulose, inulin, *Lactobacillus acidophilus*

References

1. *GOST R 32929-2014. Morozhenoe kislomolochnoe. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard R 32929-2014. Fermented ice cream. Technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 2015. 20 p.
2. Evdokimov I.A., Kulikova I.K. Ispol'zovanie fermentativnogo gidrolizata v tekhnologii nizkolaktoznogo morozhenogo [The use of enzymatic hydrolyzate in technology low-lactose cream]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2011, no. 10, pp. 68.
3. Melnikova E.I., Muradova O.A. Sinbioticheskoe morozhenoe [Synbiotic ice cream]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2012. no. 11, pp. 74.
4. Nasledova L.F. «Eshche raz o laktuloze» ["Once again on lactulose"]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2009, no. 9, pp. 68.
5. Perkovets M.V. Inulin i oligofruktoza – bol'she, chem prosto pishchevye volokna i prebiotiki [Inulin and oligofructose - more than just a dietary fiber and prebiotics]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2007, no. 9, pp. 55.
6. Ryabtseva S.A., Bratsikhina M.A. Vliyanie laktulozy na zakvasochnuyu mikrofloru [Effect of lactulose on the starter microflora]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2010, no. 4, pp. 25.
7. Ryabtseva S.A., Bratsikhina M.A. Laktuloza v kislomolochnykh produktakh: novye razrabotki [Lactulose in dairy products, new developments]. *Pererabotka moloka* [Processing of milk], 2012, no. 10, pp. 56.
8. Ryabtseva S.A., Akhmedova V.R., Bratsikhina M.A. Kislomolochnoe morozhenoe s laktulozoy [Fermented ice cream with lactulose]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2013, no. 1, pp. 76.

Дополнительная информация / Additional Information

Научное обоснование способа получения кисломолочного мороженого с пребиотическими компонентами / В.Р. Ахмедова, С.А. Рябцева, М.А. Шпак, Г.С. Анисимов, Е.В. Маругина // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 5–13.

Akhmedova V.R., Ryabtseva S.A., Shpak M.A., Anisimov G.S., Marugina E.V. Scientific rationale for producing fermented ice cream with prebiotic components. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 39, no. 4, pp. 5–13. (In Russ.)

Ахмедова Валида Рафиг кызы
инженер-технолог, Центр биотехнологического инжиниринга, ООО «СКФУ-Инжиниринг», ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355000, Россия, г. Ставрополь, ул. Индустриальная, 27, e-mail: info@ncfu.ru

Valida R. Akhmedova
Engineer, Center for Biotechnology, LLC "NCFU-Engineering", 27, Industrial Str., Stavropol, 355000, Russia, e-mail: info@ncfu.ru

Рябцева Светлана Андреевна
д-р техн. наук, профессор кафедры прикладной биотехнологии, Институт живых систем, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355000, Россия, г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9

Шпак Мария Александровна
канд. техн. наук, доцент кафедры технологии машиностроения и технического оборудования, Институт строительства, транспорта и машиностроения, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355028, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2

Анисимов Георгий Сергеевич
канд. техн. наук, директор, Центр биотехнологического инжиниринга, ООО «СКФУ-Инжиниринг», 355000, Россия, г. Ставрополь, ул. Индустриальная, 27

Маругина Елена Валерьевна
аспирант, Институт живых систем, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355000, г. Ставрополь, ул. Маршала Жукова, 9

Svetlana A. Riabtseva
Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Applied Biotechnology, Institute Living Systems, North Caucasus Federal University, 9, Marshal Zhukov Str., Stavropol, 355000, Russia

Maria A. Shpak
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Technical Equipment, Institute of Construction, Transport and Engineering, North Caucasus Federal University, 2, pr. Kulakova, Stavropol, 355028, Russia

George S. Anisimov
Cand.Sci.(Eng.), Director, Center for Biotechnology, LLC "NCFU-Engineering", 27, Industrial Str., Stavropol, 355000, Russia,

Elena V. Marugina
Postgraduate Student, Institute Living Systems, North Caucasus Federal University, 9, Marshal Zhukov Str., Stavropol, 355000, Russia