УДК 637.14:616-003.725

Д.В. Харитонов, И.В. Харитонова, А.Ю. Просеков

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ СИНБИОТИКОВ И СИНБИОТИЧЕСКИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Предложена концепция создания синбиотических молочных продуктов, изучены закономерности взаимодействия про- и пребиотиков, определена экономическая эффективность применения синбиотиков. Обоснована схема взаимодействия пробиотиков и пребиотиков, определены стратегические направления и пути развития технологий и новых видов синбиотиков и синбиотических продуктов, проведены доклинические исследования разработанных синбиотических продуктов.

Бифидобактерии, лактобактерии, синбиотик, пробиотик, пребиотик, синергизм.

Введение

Стратегической задачей современной пищевой технологии является создание функционального питания, обеспечивающего поддержание и активизацию жизненно важных функций человека, повышение общей сопротивляемости организма агрессивным условиям среды жизнедеятельности. Особую роль в функциональном питании ученые отводят продуктам, способствующим оптимизации микроэкологического статуса организма человека, полагая, что именно нормобиоценоз является залогом иммунобиологической стабильности, и, потенциально, здоровья в целом.

Синбиотические продукты в наибольшей степени отвечают этим критериям, т.к. способствуют колонизации пищеварительного тракта микроорганизмами – пробиотиками и повышению биологической активности собственной позитивной микрофлоры за счет присутствия в составе продукта пребиотических ингредиентов. Оптимальным корригирующим средством являются синбиотические продукты на основе бифидобактерий – доминирующей микрофлоры кишечника здоровых взрослых и детей и специфического фактора защиты организма. Бифидобактерии подавляют развитие патогенных микроорганизмов, оказывает положительное влияние на структуру слизистой оболочки кишечника, выполняют ряд других важных физиологических функций в переваривании и усвоении питательных веществ.

В последние годы в мире интенсивно развиваются методы воздействия на микрофлору кишечника человека путем перорального введения стимуляторов роста пробиотиков, существенно влияющих на обмен веществ в организме. К числу наиболее известных стимуляторов (бифидус-фактор № 1) относится лактулоза. Лактулоза может использоваться как самостоятельно, так и в комплексе с пробиотиками для пролонгирования их действия.

Таким образом, создание синбиотических молочных продуктов, обладающих профилактическим действием и включающих пробиотические культуры микроорганизмов и пребиотический фактор лактулозу, является актуальной проблемой современности.

Цель работы – теоретическое обоснование и научно-практическая реализация принципов создания синбиотических молочных продуктов.

Объект и методы исследования

В качестве объекта исследования использовались: микробная биомасса молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus NK1, Bifidobacterium bifidum 791, Bifidobacterium longum B 379M* (коллекция ВНИМИ) после центрифугирования (ТУ 10-22-02050-87); защитные среды различного состава; жидкая и криозамороженная гранулированная лактулоза на основе концентрата «Лактусан» (ТУ 9229-004-53757476-04); суспензия биомассы в защитных средах и гранулы криозамороженных бактериальных концентратов *Lactobacillusacidophilus NK1, Bifidobacterium bifidum 791, Bifidobacterium longum B 379M.*

При выполнении исследований использовались стандартные и общепринятые методы и методики физико-химического, микробиологического и органолептического контроля. Обработку и анализ экспериментальных данных выполняли методами математической статистики, регрессионного и корреляционного анализа с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0, Visio 2000, KOMPAS-3D и MicrosoftOffice 2007. Повторность опытов – 3–5-кратная.

Результаты и их обсуждение

Разработка концепции создания синбиотиков и синбиотических молочных продуктов базируется на следующих постулатах и рассуждениях.

Синбиотик – это функциональный пищевой ингредиент или продукт, представляющий собой комбинацию пробиотиков и пребиотиков, оказывающих положительное воздействие на физиологические функции и метаболические реакции организма. Целый ряд авторов ассоциирует понятие синбиотиков с эффектом синергизма в результате комбинирования про- и пребиотиков. Поэтому в силу различий этих суждений, уточним свою позицию по этому вопросу.

С рационом питания во внутреннюю среду организма человека поступает значительное количество чужеродных веществ в самых различных сочетаниях и количествах. Среди них определенная часть представляет собой нежелательные и опасные компоненты, которые представляют собой реальную опасность для здоровья человека.

Полезная микрофлора, обитающая в кишечном тракте человека, оказывает положительное влияние на регуляцию гомеостаза, повышение иммунорезистентности и устойчивости к инфекциям. Состояние и активность микрофлоры во многом определяет эффективность разложения значительного количества нежелательных веществ, поступающих в кишечный тракт человека и способных изменять соотношение полезной и потенциально опасной микрофлоры. Привнесенная в организм полезная микрофлора (пробиотики) и вещества, стимулирующие ее развитие в кишечнике (пребиотики) совместно или порознь, позволяют осуществлять положительное влияние на функционирование человеческого организма. Это положительное воздействие может усиливаться или ослабляться в зависимости от дозы про- и пребиотиков. При этом вполне естественно, что различного рода посторонние вещества, находящиеся в составе этих композиций, могут оказывать отрицательное воздействие на лечебный эффект, тормозить развитие полезной микрофлоры и т.п.

С другой стороны, теоретически про- и пребиотики при совместном введении могут оказывать положительный лечебный эффект по сравнению с эффектом, обусловленным каждым элементом системы в отдельности. По нашему мнению, эти взаимодействия можно условно представить в следующем виде (рис.1): аддитивное.(n+m)=1; антагонистическое (n+m)=0,5; синергетическое (n+m)=2, где n, m – про- и пребиотические компоненты.

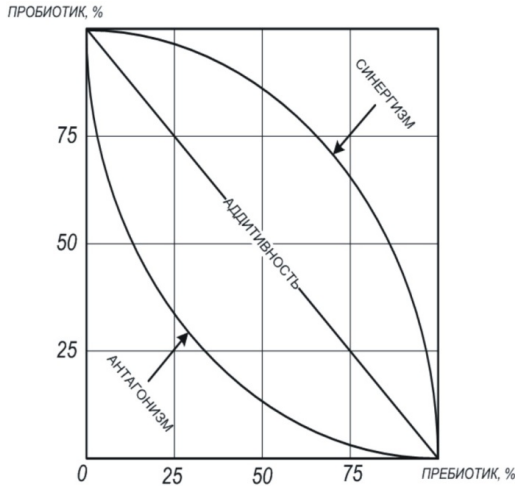

Рис. 1. Гипотетическая схема взаимодействий про- и пребиотиков

Считается, что синергизм наиболее вероятен в ситуациях, когда вещества различного химического состава оказывают в смеси воздействие на один и тот же объект посредством механизмов различной природы. Если принять это положение справедливым, то, считая объектом человеческий организм, а веществами – про- и пребиотики, можно прогнозировать возникновение синергизма при употреблении синбиотиков.

Это подтверждается и тем, что действие про- и пребиотиков основано на различных механизмах воздействия на количественный и качественный состав микрофлоры кишечника человека. Важным фактором, который свидетельствует о наличии синергизма, является учет следующего обстоятельства. Чтобы пре- и пробиотики усиливали действие друг друга, необходимо их присутствие в количествах, достаточных для проявления хотя бы слабой реакции организма в отсутствие одного из этих компонентов.

Представленные теоретические рассуждения дали возможность более обосновано подойти к оценке функционирования синбиотиков и их влияния на качественный и количественный состав микрофлоры в среде обитания. Остается неясным избирательное действие пребиотика, повышающего в кишечнике количество питательных веществ и оказывающего влияние как на естественную, так и на привнесённую пробиотическую микрофлору. То есть синергизм невозможно установить путем исследования на основе использования одной только рецептуры, в которой задано определенное сочетание про- и пребиотика в чистом виде или в сочетании с другими веществами. Синергизм может быть определен по так называемому изоболическому методу (Kortenkapmt A., Altenburger R., 1998), основанному на изучении потенциальных синергетических эффектов, сравнивая такие дозы каждого соединения (про- и пребиотиков), которые необходимы для того, чтобы вызвать одну и ту же фиксированную реакцию. С определенной долей уверенности нами предлагается научная концепция создания синбиотических продуктов, в которой нашли отражение стратегические направления и пути развития (рис. 2).

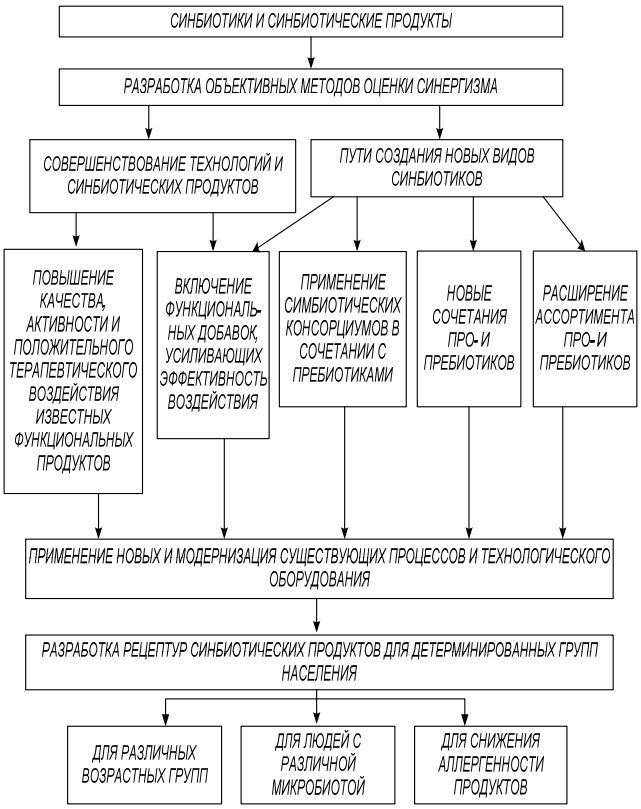

Рис. 2. Стратегические направления и пути развития технологий и новых видов синбиотиков и синбиотических продуктов

Исследования и работы, связанные с повышением эффективности воздействия известных синбиотических композиций, будут развиваться в направлении повышения качества, активности и конкурентоспособности. При этом важно совершенствование нормативной и методической базы и проведение углубленных медицинских исследований новых продуктов.

Перспективным направлением создания синбиотиков будут являться включение в состав симбиотических композиций, состоящих из пробиотиков и молочнокислых микроорганизмов. При этом необходимо регулирование состава микрофлоры, чтобы соотношения количественного содержания бактерий в продуктах находились в заданных рамках независимо от гарантированного срока хранения синбиотического продукта. По нашему мнению, перспективно целевое сочетание синбиотиков и других веществ, оказывающих положительное влияние на организм.

Первые синбиотики создавались путем непосредственного смешивания про- и пребиотиков в ходе производства функциональных молочных продуктов. Другим распространенным вариантом было раздельное внесение про- и пребиотиков в молочные продукты на определенных стадиях производства. В этой связи перспективным направлением является создание синбиотических композиций с использованием новых процессов и оборудования. Важную роль имеют способы производства синбиотиков в жидком и криозамороженном состоянии, что связано с высокой степенью готовности к использованию по сравнению с сухими синбиотиками.

Весьма перспективным является создание синбиотиков для детерминированных групп населения (целевой аудитории потребителей). Теоретически возможно управление микрофлорой желудочно-кишечного тракта за счет использования про-, пре- и синбиотиков для обеспечения достаточного уровня полезных пробиотических микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте. С точки зрения регламентации физиологически-активного уровня (10^6–10^7 КОЕ/г содержимого кишечника) in vitro количество микроорганизмов вфункциональных продуктах составляет от 10^8 до 10^{10} КОЕ/г продукта. Однако достигнуть определенных уровней пробиотических микроорганизмов и пребиотиков in vivo в настоящее время не представляется возможным. Что касается содержания пребиотических компонентов в синбиотическом продукте, то предварительные исследования на лабораторных животных показали, что, например, для лактулозы это 5 г на 1 кг продукта.

Таким образом, теоретически с высокой долей вероятности можно обосновать диапазон содержания про- и пребиотиков в синбиотических молочных продуктах: пробиотических микроорганизмов не ниже 10^8 КОЕ/г; лактулозы – не менее 0,5 г в 100 г продукта (0,5 %).

В качестве предварительных исследований нами изучены бифидогенные свойства модельной пребиотической системы – молочной сыворотки изомеризованной (степень изомеризации лактозы в лактулозу 54 %) и её влияние на рост и развитие бифидобактерий в сравнении с контрольной средой (молочная сыворотка). В экспериментах устанавливали оптимальную для бифидобактерий активную кислотность среды pH (7,0±0,1) путем внесения раствора NaOH и проводили стерилизацию в течение 30 мин при 120 °С. Культуры бифидобактерий *B. bifidum* (ФГУП «Аллерген») активизировали в течение 24 часов. В начале и по завершении процесса культивирования турбидиметрическим методом определяли накопление клеток бифидобактерий. Анализ полученных результатов показывает, что на сыворотке, содержащей лактулозу, наблюдается интенсивный рост бифидобактерий по сравнению с контролем (10^9 в мл): в начале культивирования – 3,0, а в конце – 242,3; в контроле, соответственно, в начале культивирования – 0,73, а в конце – 3,4. Таким образом, обогащенная лактулозой изомеризованная молочная сыворотка может быть использована в качестве основы питательной среды при производстве бакконцентратов бифидобактерий.

С целью изучения специфической активности про- и пребиотических продуктов при корректировке состояния постинтоксикационного синдрома были проведены доклинические исследования (на животных) разработанных синбиотических продуктов. В сравнительных опытах на мышах среди тестируемых кисломолочных продуктов более выраженный положительный эффект на состояние животных и биохимические показатели крови оказал синбиотический продукт, сквашенный закваской, состоящей из *Lb. bulgaricus, Lb. acidophilus, Sts. thermophiles* с добавлением 0,2 % пребиотика лактулозы.

Синбиотические молочные продукты с лактулозой прошли апробацию в клиническом центре Управления делами Президента РФ и Морозовской детской городской клинической больнице. Выяснено, что в контрольной группе повышение уровня бифидобактерий было только у 20 % детей, а опытной – у 47 %; аналогично изменение уровня лактобактерий – 20 % против 65 % соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о том, что синбиотические молочные продукты обладают более выраженными бифидогенными свойствами.

На основании маркетинговых исследований и технико-экономических расчетов определена стоимость импортозамещающих заквасок прямого внесения в сравнении с аналогами при производстве синбиотических молочных продуктов. С учетом расхода заквасок на 1 т сквашенного молока стоимость синбиотического продукта снижается в 1,3 раза.

Список литературы

1. Молокеев, А.В. Разработка и оценка медико-биологической эффективности бифидосодержащих биологически активных добавок и кисломолочных продуктов: дис… д-ра биол. наук / А.В. Молокеев. – Кольцово: ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор», 2001.

2. Перфильев, Г.Д. Бактериальные закваски и концентраты в биотехнологии сыроделия. Научные и практические аспекты / Г.Д. Перфильев // Сб. материалов Международного специализированного научно-практического семинара «Бактериальные закваски и биологические средства, применяемые в производстве ферментированных молочных продуктов в России». – Углич, 2005.– С. 9–14.

3. Харитонов, Д. В. Изучение некоторых аспектов криозамораживания микробной массы / Д.В. Харитонов, Е.И. Райдна // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 9. – С. 67–69.

4. Харитонов, Д. В. Повышение качества бакконцентратов на основе их предварительного замораживания / Д.В. Харитонов, М.И. Шрамко, Е.В. Евдокимова // Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии здорового питания, их качество и безопасность». – Казахстан, Алматы: АТУ, 2010. – С. 167–169.

5. Харитонов, Д. В. Принципы создания технологии бакконцентратов с криозамораживанием микробной массы / Д.В. Харитонов, М.И. Шрамко, О.И. Белова // Материалы 1-й Международной научно-практической конференции «Современная наука: теория и практика». – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – Т. 1. – С. 505–506.

6. Идентификация подвидов LACTOBACILLUS BULGARICUS / К.В. Беспоместных, Е.В. Короткая, О.О. Бабич, А.Ю. Просеков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 5. – С. 60–61.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
молочной промышленности Россельхозакадемии,
115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35.
Тел/факс: (495) 236-31-64,
e-mail: Vnimi5@rambler.ru

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел/факс: (3842)73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

D.V. Kharitonov, I.V. Kharitonova, A.Yu. Prosekov

THE CONCEPT OF SYNBIOTICS AND SYNBIOTIC DAIRY PRODUCTS DEVELOPMENT

Proposed is the concept of creating synbiotic dairy products. The patterns of interaction between the pro- and prebiotics are studied. Defined is an economic efficiency of synbiotics. Substantiated is the pattern of interaction between probiotics and prebiotics. Defined are strategic directions and the development of new technologies, synbiotics and synbiotic products. Preclinical studies of designed synbiotic products have been carried out.

Bifidobacteria, lactobacilli, synbiotic, probiotic, prebiotic synergies.

All-Russian Scientific Research Dairy Institute
35, Lyusinovskaya street, Moscow, 115093, Russia.
Phone/fax: (495) 236-31-64,
e-mail: Vnimi5@rambler.ru

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
650056, Russia, Kemerovo, Boulevard Stroiteley, 47.
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 09.09.2013