

Изучение пребиотических свойств кисломолочного продукта, обогащенного препаратами инулина и хрома

Елисеева Людмила Геннадьевна

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»

Адрес: 117997, город Москва, Стремянный пер., дом 36

E-mail: eliseeva-reu@mail.ru

Яценко Наталия Николаевна

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

Адрес: 344002, город Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, дом 69

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»

Адрес: 117997, город Москва, Стремянный пер., дом 36

E-mail: nataly_yacenko@list.ru

В статье представлены результаты изучения пребиотических свойств кисломолочного продукта, обогащенного препаратами инулина и хрома. Исследования проводились на лабораторных мышах, больных сахарным диабетом 2 типа, у которых искусственным путем было спровоцировано заболевание, при котором возникает дисбактериоз кишечника. Исследовался характер изменений количества и состава кишечной микрофлоры, на фоне которого изучался эффект коррекции кишечной микрофлоры при использовании кисломолочного продукта, обогащенного препаратами инулина и хрома. Полученные данные после окончания коррекции продуктом свидетельствуют о стабилизации состава кишечной микрофлоры у лабораторных мышей.

Ключевые слова: кисломолочный продукт; дисбактериоз; пастернак; куркума; хром; кишечная микрофлора; лабораторные мыши

Введение

Важным направлением развития мировых тенденций и национальной стратегии повышения качества продуктов питания является производство новых видов пищевых продуктов функционального назначения, предназначенных для обеспечения полноценного питания, профилактики заболеваний и продвижения принципов здорового питания. В этой связи Стратегия повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030г. уделяет приоритетное внимание развитию научных исследований в области профилактики наиболее распространенных неинфекционных заболеваний и разработке технологий производства функциональных продуктов питания. Особую озабоченность ВОЗ вызывает факт резкого увеличения людей больных сахарным диабетом. По данным Международной Федерации Диабета (IDF) число заболевших людей сахарным диабетом удваивается каждые 5 лет. В Москве и Московской области в 2016 г. установлено более 340 тыс. населения, больных диабетом, из которых более 320 тысяч больны диабетом 2 типа. Важным направлением профилактической работы в направлении снижения риска заболевания сахарным диабетом является

нормализация обменных метаболических процессов в организме, направленных на снижение уровня сахара в крови больных людей, а также осуществление профилактических мероприятий для предупреждения заболевания. При этом большое внимание уделяется соблюдению структуры питания, использованию принципов направленного компенсационного и профилактического действия пищевых продуктов. Для профилактики заболевания рекомендуется увеличение в рационе питания содержания растительных и молочнокислых продуктов, сбалансированных по содержанию витаминно-минеральных комплексов и пищевых волокон, содержащих пребиотики и пробиотические микроорганизмы. Перспективным направлением в реализации профилактических мер может служить расширение ассортимента профилактических кисломолочных продуктов питания с пониженным содержанием жира и увеличением массовой доли пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ и биологически активных соединений с выраженным эффектом нормализации сахара в крови. К таким соединениям относятся инулин, куркумин, пищевые волокна, пектиновые вещества и другие, биологически активные соединения, в т.ч. препараты трехвалентного хрома, которые содержатся

в растительных препаратах корнеплодов куркумы и пастернака и биологически активной добавке – пиколинат хрома.

Теоретическое обоснование

Для расширения ассортимента продуктов диабетического назначения на продовольственном рынке России необходимо осуществлять комплексный подход к проектированию рецептуры продуктов с добавленной пищевой ценностью, обогащенных растительными функциональными ингредиентами и проводить изучение эффективности их функционального действия в составе нового продукта.

Для стабилизации уровня сахара в крови и нормализации кишечной микрофлоры был разработан новый кисломолочный продукт, обогащенный препаратами инулина, куркумина и хрома. В качестве активных функциональных ингредиентов были включены препараты, содержащие природные соединения инулина и куркумина, а также биологически активную добавку - пиколинат хрома (соединение трехвалентного хрома и пиколиновой кислоты), выпускаемую фармацевтическими предприятиями в России и за рубежом.

Доказано, что инулин и куркумин положительно влияют на регуляцию уровня глюкозы в крови больных сахарным диабетом 1 и 2 типа. Инулин относится к фруктоолигосахаридам, состоящий из остатков фруктозы (до 36 молекул) в фуранозной форме и одного остатка глюкозы. Расщепляясь до фруктозы, инулин усваивается без использования инсулина и нормализует содержание сахара в крови. Кроме того сами молекулы инулина способны сорбировать молекулы глюкозы, предотвращая ее всасывание. В настоящее время производятся БАД, содержащие инулин для профилактики и лечения многих заболеваний и, в первую очередь, сахарного диабета. Инулин оказывает гепатопротекторное и иммуномодулирующее действие на организм, регулирует углеводный и липидный обмен, способствует снижению сахара в крови. Инулин является пребиотиком и активизирует рост бифидобактерий, он активизирует выведение из организма опасных продуктов метаболизма, образующиеся при сахарном диабете, в т.ч. ацетон, кетоновые тела и другие токсичные соединения, что приводит к повышению способности самого организма синтезировать инсулин.

Куркумин относится к группе растительных полифенолов, он входит в состав корня куркумы. Доказан гипогликемический эффект куркумина на опытных животных. Установлена профилактическая и лечебная эффективность применения куркумина при лечении онкологических заболеваний и нормализации углеводного и жирового обмена. Установлено, что порошок корня куркумы является более эффективным, чем чистый препарат куркумина. В настоящее время куркумин (Е100) широко применяется в качестве красителя при производстве молочных продуктов, в т.ч.

масла, сыра, фруктового йогурта и др.

Вторым важным биологически активным соединением в составе куркумы является запасной углевод – инулин, который, как правило, накапливается в корнях и стеблях растений. Инулин относится к функциональным веществам, он расщепляется в толстом кишечнике человека под действием ферментов микроорганизмов и создает условия для активного размножения полезной микрофлоры кишечника, являясь активным пребиотиком.

Научно доказано, что хром также регулирует уровень глюкозы в крови, активизирует синтез инсулина, ускоряет жировой метаболизм. Недостаток хрома к снижению толерантности к глюкозе, способствует развитию сахарного диабета 2 типа, приводит к нарушению зрения и вызывает развитие атеросклероза. Совместно с инулином, хром обеспечивает транспорт глюкозы через клеточные мембраны, нормализует углеводный обмен, активизирует развитие полезной кишечной микрофлоры и служит важным протектором развития сахарного диабета. Для обогащения рациона питания хромом, разрешено использование в качестве биологически активной добавки препарата - пиколината хрома (Елисеева, 2017 а, с.37-41; Елисеева, 2017 б, с.12-14; Елисеева, 2017 с, с. 61-63; Майкл Рисман, 1998, с. 221-222; Полякова, 2014, с.66-71).

При проектировании рецептуры обогащенного кисломолочного продукта представляло интерес изучить эффективность комплексного воздействия куркумина, инулина и пиколината хрома в качестве источников функциональных ингредиентов. Корнеплод пастернака помимо того, что используется в качестве источника инулина, служит дополнительным источником клетчатки (в 100г - 26,64г), широкого спектра биологически активных веществ, в т.ч. витаминов (витамин А (-каротин), в 100г - 2,0 мг, витамин Н (биотин) в 100г - 0,10 мг), Е - 3,5 мг, В1 - 0,15 мг, В2 - 0,23 мг, В4 - 49,5 мг, В6 - 1,8 мг, К - 13,4 мкг, РР - 5,1 мг, минеральных веществ, эфирных масел, пищевых волокон. Предварительно корнеплоды пастернака подвергали гидротермической обработке и гомогенизации для получения мелкодисперсного гомогенизированного пюре. В качестве источника куркумина использовали коммерческий порошкообразный препарат корня куркумы, который содержит 6% инулина, 3% куркумина и 2596 мкг/100г йода. Источником пиколината хрома служил коммерческий препарат, БАД «Пикоинат хрома», производитель ЗАО «Эвалар».

Оптимизацию рецептуры обогащенного кисломолочного продукта проводили с учетом органолептических свойств готового продукта. Были установлены оптимальные дозы внесения пюре пастернака (9%), порошка куркумы (0,6%) и закваски лиофилизированного концентрата молочнокислых бактерий и бифидобактерий (3%). Концентрацию биологически активной добавки пиколината хрома использовали в соответствии с МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ» - 160

мкг/сут. Используемые функциональные ингредиенты вносили в процессе производства кисломолочного продукта после термической обработки.

Цель исследования - изучение пребиотических свойств кисломолочного продукта, обогащенного препаратами инулина, куркумина и хрома.

Для реализации поставленной цели сформулированы следующие задачи исследований:

- изучить влияние исследуемого комплекса функциональных ингредиентов на содержание молочнокислых бактерий и бифидобактерий в кисломолочном продукте, обогащенном препаратами инулина, куркумина, и хрома;
- изучить эффективность использования кисломолочного продукта, обогащенного препаратами инулина, куркумина, и хрома для коррекции дисбактериоза, сопровождаемого заболеванием сахарным диабетом 2 типа в опытах на экспериментальных животных (белых мышах) при изучении состава просветной микрофлоры кишечника исследуемых животных

Гипотеза исследования - нами предполагается, функциональные ингредиенты, препараты инулина, куркумина и хрома, используемые для обогащения кисломолочного продукта, являются эффективными пребиотиками и способствуют увеличению количества молочнокислых бактерий и бифидобактерий в готовом кисломолочном продукте, что приведет к нормализации состава кишечной микрофлоры экспериментальных животных (белых мышей), страдающих дисбактериозом кишечника, сопровождающим заболевание сахарным диабетом 2 типа.

Все микробы толстой кишки подразделяются на три группы: главную (бифидобактерии и бактероиды), составляющую 70% всех бактерий, сопутствующую (молочнокислые и кишечные палочки, энтерококки) и остаточную (стафилококки, грибы, протей).

Кишечные палочки, энтерококки, бифидобактерии и ацидофильные палочки обладают выраженными антагонистическими свойствами. В условиях нормально функционирующего кишечника они способны подавлять рост не свойственных нормальной микрофлоре микроорганизмов. Нарушение нормальной микрофлоры кишечника приводит к снижению иммунитета у людей и животных (Чахава, 1982, с. 47-48; Ганина, 2008, с 180-181; Куваева, 1976, с.212-213).

Проявления дисбактериоза в различных сочетаниях обнаруживаются практически у всех больных сахарным диабетом и с хроническими заболеваниями кишечника, а также при воздействии ряда факторов окружающей среды, приеме антибактериальных препаратов. Нормальный состав микрофлоры кишечника может восстанавливаться при создании необходимых условий для развития бифидобактерий и молочнокислых бактерий, в том числе при использовании в рационе продуктов питания, обладающих пробиотическими и пребиотическими свойствами (Аленушкина, 2003, с.23-24; Барановский, 2000, с.75-76).

Материалы и методы

Объектами исследований в работе являлись:

- обогащенный пребиотиками, входящими в состав пюре корнеплодов пастернака, сухого порошка корня куркумы и коммерческого препарата «Пиколинат хрома» кисломолочный продукт, в котором проводилось определение влияния функциональных ингредиентов на биосинтез пробиотиков – молочнокислых бактерий и бифидобактерий в обогащенном кисломолочном продукте;
- экспериментальные животные (белые мыши), которые использовались для изучения эффективности использования кисломолочного продукта, обогащенного препаратами инулина, куркумина и пиколината хрома для нормализации нормальной микрофлоры кишечника при дисбактериозе у экспериментальных животных (белый мышей) возникающего как сопутствующего заболевания сахарным диабетом 2 типа.

В соответствии с утвержденной методикой исследования, рекомендованной Дармовым И.В. и другими авторами, в работе были использованы три группы белых беспородных мышей (весом 12-14г – по 10 штук в группе): 1-я группа – экспериментальные животные, получавшие антибиотик гентамицин (вызывающий дисбактериоз) без введения в рацион кисломолочного продукта; 2-я группа – экспериментальные животные, получавшие гентамицин и кисломолочный продукт, обогащенный препаратами инулина, куркумина и хрома; 3-я группа – контрольная группа, экспериментальные животные, получавшие гентамицин и необогащенный кисломолочный продукт. Дисбактериоз вызывали путем внутривентриального введения гентамицина в лечебной дозе однократно, ежедневно трем группам подопытных мышей в течение 5 суток. При моделировании дисбактериоза кишечника у подопытных мышей, изучался характер изменений количества и состава кишечной микрофлоры, на фоне которого устанавливался эффект коррекции кишечной микрофлоры при использовании пребиотических продуктов. Для того, чтобы спровоцировать развитие дисбактериоза, применяли рекомендуемый биологический метод, в соответствии с которым исследуемым особям проводили внутривентриальное введение антибактериального препарата гентамицина, подавляющего жизнедеятельность кишечной микрофлоры у лабораторных животных. Раствор антибиотика гентамицина готовили на изотоническом растворе хлорида натрия, из расчета: 29 мг препарата гентамицина в 1 мл хлорида натрия. При этом способе обеспечивается адекватное воспроизведение дисбактериоза, типичного для кишечника и позволяет изучать и сопоставлять сравнительное влияние используемых методов лечения дисбактериоза (Коршунов, 1997, с. 21-22; Дармов, 2011, с.4).

Методы исследований

1. Для изучения влияния кисломолочного продукта, обогащенного препаратами инулина, куркумина и хрома, на микрофлору кишечника экспериментальных животных была разработана схема спровоцировавшая развитие у подопытных мышей экспериментального дисбактериоза, и периодичности контроля (дни эксперимента) состава и количества микрофлоры кишечника подопытных животных при разных вариантах опыта, схема представлена в Таблице 1.

Методика проведения эксперимента на экспериментальных животных.

Для проведения исследований берут расчетное количество прошедших акклиматизацию белых мышей массой 12-14 г, рассаживают их в индивидуальные кюветы с крышками. Отбирают от каждого животного фекальные массы, взвешивают их, после чего суспендируют в 1,0 мл изотонического раствора хлорида натрия и высевают на плотные питательные среды в чашках Петри (Лихачева, 1992, с.74-78; Иванов, 2002, с.3), которые инкубируют при температуре 37°C (в течение 48 часов), после чего подсчитывают количество выросших колоний (Дармов, 2011, с.7; Иванов, 2002, с. 4).

С учетом массы фекалий от каждого животного и числа выросших колоний делают перерасчет общего числа микроорганизмов, а также определяют содержание бифидобактерий, лактобактерий и эшерихий на 1 г фекалий (КОЕ-г-1). Вводят по 0,1 мл раствора гентамицина (2,9 мл препарата) с помощью туберкулинового шприца с иглой и канюлей на конце перорально каждому животному. Через 24 часа повторяют отбор фекалий для количественного определения фекальной микрофлоры и отдельных ее представителей, повторно вводят перорально раствор гентамицина (2,9 мг препарата). Ежедневно, начиная со 2 суток, в кюветах с животными меняют подстилку для облегчения отбора свежих фекальных масс. Отбор фекалий для определения общего числа микроорганизмов фекальной микрофлоры и

отдельных ее представителей, а также однократное в сутки пероральное введение животным раствора гентамицина (2,9 мл препарата), превышающего суточную терапевтическую дозу более чем в 4,8 раза, повторяют в течение 5 суток, после чего определяют общее количество фекальной микрофлоры, отдельных ее представителей и судят о глубине дисбиотических изменений в кишечнике.

На начальном этапе проведения эксперимента, до введения антибиотика, были проведены исследования исходного уровня микрофлоры кишечника подопытных животных. Питание подопытных животных осуществлялось ежедневно перорально по 2 мл кисломолочного продукта, на животное с использованием специальных поилок. Кисломолочный продукт, обогащенный препаратами инулина, куркумина и хрома вводили, начиная со 2 суток, в течение 10 суток, параллельно с антибиотиком, согласно схеме исследований.

Дисбактериоз кишечника у подопытных животных фиксировали в соответствии с критериями, установленными по аналогии с оценкой качественных изменений состава микрофлоры у людей (Коршунов, 1997, с. 34-36; ОСТ, 2003, с. 37; Шевяков, 2007, с.25-28; Шендеров, 1998, с.70-71; Эпштейн-Литвак, 1977, с. 7-8).

Исследования микрофлоры фекалий проводили в трех группах мышей до введения гентамицина (исходный уровень) и после введения антибиотика. Опыт проводился в трехкратной повторности.

2. Определения микробиологических показателей качества и безопасности обогащенного кисломолочного продукта, обогащенного препаратами инулина, куркумина и хрома (допустимые уровни содержания микроорганизмов: бактерий группы кишечных палочек, дрожжей, плесеней, *Staphylococcus aureus*, бактерий рода *Salmonella*, молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий) определяли стандартными методами:

- определение бифидобактерий проводили по ГОСТ 33924-2016 «Молоко и молочная продукция. Методы определения бифидобактерий»;

Таблица 1

Схема изучения экспериментального дисбактериоза с коррекцией кисломолочным продуктом с добавленной пищевой ценностью

Наименование манипуляций	Дни эксперимента														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Введение гентамицина															
Введение кисломолочного продукта обогащенного корнеплодами и препаратом хрома															
Введение кисломолочного продукта без добавок															
Взятие фекалий для исследования															

- определение молочнокислых бактерий - по ГОСТ 33951-2016 «Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов»;
- определение количества дрожжей и плесневых грибов ГОСТ 30706-2000 «Продукты молочные для детского питания. Метод определения количества дрожжей и плесневых грибов»;
- выявления бактерий рода *Salmonella* - ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*»;
- определения бактерий *Staphylococcus aureus* – по ГОСТ 30347-2016 «Молоко и молочная продукция. Методы определения *Staphylococcus aureus*»;
- выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек - по ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)».

Результаты

При обогащении кисломолочных продуктов в рецептуру были введены препараты корнеплодов пастернака и куркумы, а также биологически активная добавка пиколинат хрома, которые являются пребиотиками и должны способствовать активизации метаболизма молочнокислых бактерий и бифидобактерий. (Елисеева, 2017 б, с.12-14; Тихомирова, 2002, с. 35-36). Результаты, характеризующие влияние указанных функциональных ингредиентов на микробиологические показатели кисломолочного продукта, обогащенного препаратами представлены в Таблице 2.

Как видно из таблицы, по микробиологическим показателям обогащенный кисломолочный продукт, отвечает требованиям безопасности, регламентированных в ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Количество молочнокислых и бифидобактерий выше, по сравнению с контролем в 35 и 50 раз соответственно. Анализ микробиологических показателей кисломолочного продукта, обогащенного препаратами позволил установить, что введение функциональных ингредиентов корнеплодов пастернака и куркумы, а также пиколината хрома активировало жизнедеятельность молочнокислых и бифидобактерий.

Для определения эффективности действия исследуемых пребиотиков на восстановление полезной микрофлоры кишечника у подопытных животных (белых мышей) с искусственно вызванным состоянием дисбактериоза кишечника был проведен сравнительный анализ исходного состава микрофлоры кишечника мышей больных дисбактериозом и после кормления экспериментальных животных кисломолочным продуктом, обогащенным препаратами инулина, куркумина и хрома в соответствии с выше описанной методикой. Исходный состав микрофлоры кишечника подопытных животных (мышей) представлен в Таблице 3.

Опасность стафилококков и других микроорганизмов

состоит в том, что они вырабатывают токсины и ферменты, являющиеся патогенными для клеток и нарушающие их жизнедеятельность, поэтому проводилось изучение установленного по утвержденной методике расширенного состава микроорганизмов кишечника мышей.

Результаты анализа изменения состава просветной микрофлоры кишечника экспериментальных мышей при коррекции их рациона питания с помощью необогащенного кисломолочного продукта и кисломолочного продукта, содержащего функциональные ингредиенты, и характеристика их влияния на уровень коррекции дисбактериоза непосредственно после окончания эксперимента для всех исследуемых групп животных представлена в Таблице 4.

После отмены введения антибиотика гентамицина в рацион питания подопытных мышей, было установлено, что у контрольной группы мышей, без введения в рацион кисломолочного продукта, изменение состава просветной микрофлоры находилось на уровне соответствующем данными, характерными для дисбактериоза 1 степени; при анализе состава микрофлоры кишечника подопытных мышей через 10-15 суток состав микрофлоры соответствовал состоянию, соответствующему для дисбактериоза 2-3 степени. Через 5 суток после окончания коррекции была установлена стабилизация состава кишечной микрофлоры у подопытных мышей, получавших кисломолочный продукт, обогащенный препаратами инулина и хрома, за счет приживления штаммов пробиотиков в кишечнике экспериментальных животных и восстановлении собственной микрофлоры.

Обсуждение полученных результатов

Анализ результатов комплексного влияния функциональных ингредиентов инулина, куркумина, содержащихся в корнеплодах пастернака и куркумы и биологически активной добавки – пиколината хрома приводило к активизации метаболических процессов заквасочной микрофлоры, включающей молочнокислые бактерии и бифидобактерии, в результате чего происходило более интенсивное размножение микрофлоры, при этом количество молочнокислых бактерий увеличилось с $2 \cdot 10$ до $70 \cdot 10^7$ КОЕ/см³ и количество бифидобактерий в обогащенном кисломолочном продукте увеличилось с $1 \cdot 10^6$ до $5 \cdot 10^7$. Следовательно, используемые ингредиенты являются хорошей питательной средой, создают благоприятные условия и стимулируют рост молочнокислых бактерий в кисломолочном продукте. Это явление объясняется наличием в составе обогащенного кисломолочного продукта известных пребиотиков – инулина, куркумина, пектиновых веществ, каротиноидов, пищевых волокон, микроэлементов, биофлавоноидов, активизирующих ферментные системы клеток микроорганизмов.

Как показали проведенные исследования, исходными доминирующими представителями симбиотических микроорганизмов кишечника у здоровых мышей в норме

являются бифидобактерии, лактобактерии и эшерихии ($8,3 \pm 0,2$; $8,6 \pm 0,7$; $6,5 \pm 0,4$ lg КОЕ/г соответственно). Условно-патогенные микроорганизмы не превышали при этом 4 lg КОЕ/г, а патогенные (гемолизующие) бактерии не были выявлены вообще.

При заболевании мышей дисбактериозом происходит увеличение общего количества эшерихий, количества гемолитических эшерихий, условно патогенных энтеробактерий и резко снижается содержание лактобактерий и бифидобактерий. Количество лактобактерий и бифидобактерий в составе кишечной микрофлоры мышей в период искусственно вызванного дисбактериоза снижалось соответственно на 50 и 45%.

При использовании обогащенного кисломолочного продукта для коррекции дисбактериоза у экспериментальных мышей было установлено уменьшение содержания условно-патогенных энтеробактерий и бактерий рода *Proteus* на фоне существенного повышения содержания бифидобактерий и лактобактерий в составе кишечной микрофлоры. Отмечено, что обогащенный кисломолочный продукт способствовал снижению гемолитических эшерихий с измененной лактазной активностью. При коррекции рациона питания необогащенным кисломолочным продуктом происходило восстановление количества

лактобактерий на 79,5% и бифидобактерий - на 65,1%. При использовании обогащенного кисломолочного продукта в системе релаксации кишечной микрофлоры экспериментальных мышей, подавленной приемом антибиотиков, происходило не только восстановление количества полезной микрофлоры до исходного состояния, характерного для здорового организма, но отмечено и увеличение количества лактобактерий на 159% и бифидобактерий – на 150%. Было отмечено также снижение содержания эшерихий в группе животных, получавших кисломолочный продукт обогащенный, корнеплодами и препаратом хрома. Через 5 дней после окончания приема кисломолочного обогащенного продукта было отмечено стабильное сохранение достигнутых результатов коррекции состава микрофлоры кишечника

Заключение

Важным направлением для профилактики сахарного диабета и сопутствующего ему дисбактериоза может служить скоординированная диета, включающая использование продуктов растительного происхождения богатых пищевыми волокнами, обогащенных функциональными ингредиентами,

Таблица 2

Микробиологические показатели обогащенного кисломолочного продукта

Показатель	Допустимый уровень по ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Контроль (необогащенный кисломолочный продукт)	Кисломолочный продукт с добавленной ценностью
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	не допускаются в массе продукта - $3,0$ г/см ³	не обнаружены	не обнаружены
<i>St.aureus</i>	не допустимо в $10,0$ г/см ³	не обнаружены	не обнаружены
Патогенные, в том числе сальмонеллы	не допустимо в $50,0$ г/см ³	не обнаружены	не обнаружены
Плесени и дрожжи, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^2$	не обнаружены	не обнаружены
Количество молочнокислых бактерий, КОЕ/см ³	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	$12 \cdot 10^7$
Количество бифидобактерий, КОЕ/см ³	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$	$15 \cdot 10^6$

Таблица 3

Исходный состав полостной микрофлоры кишечника подопытных мышей

Микрофлора	ОСТ 91500.11.0004-2003, lg КОЕ/г	Количество, lg КОЕ/г
Общее количество эшерихий	$7,7 \pm 0,3$	$7,1 \pm 0,3$
Эшерихии со сниженной ферментативной активностью	$6,5 \pm 0,4$	$4,5 \pm 0,5$
Гемолитические эшерихии	0	Не обнаружены
Условно патогенные энтеробактерии	$3,2 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,4$
Стафилококки	$3,2 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,4$
Энтерококки	$5,6 \pm 0,5$	$5,9 \pm 0,9$
Бактерии рода <i>Proteus</i>	$1,2 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,2$
Бифидобактерии	$8,3 \pm 0,2$	$8,3 \pm 0,2$
Лактобактерии	$8,6 \pm 0,7$	$8,6 \pm 0,7$

нормализующими углеводный и жировой обмен. Большую роль в нормализации состава и количества полезной микрофлоры кишечника играют молочнокислые бифидопродукты. Для стабилизации уровня сахара и нормализации кишечной микрофлоры был разработан новый кисломолочный продукт с добавленной пищевой ценностью. В качестве активных функциональных ингредиентов в состав нового кисломолочного продукта были включены инулин-содержащие препараты корнеплодов пастернака и куркумы, куркумин и биологически активная добавка, фармацевтический препарат - пиколинат хрома. Используемые корнеплоды содержат широкий спектр химических соединений, обладающих доказанными функциональными свойствами. Комплексное воздействие сбалансированных природных нутриентов определяет оздоровительный эффект обогащенного кисломолочного напитка в условиях негативного воздействия вредных факторов окружающей среды, некачественного и несбалансированного питания. Обогащенный функциональными ингредиентами растительного происхождения кисломолочный продукт может представлять альтернативу лекарственным средствам, используемым для профилактики сахарного диабета 2 типа и использоваться для восстановления баланса микроорганизмов в кишечнике при легких, компенсированных формах дисбактериоза. В исследованиях на экспериментальных животных, обогащенный кисломолочный продукт показал стабильную эффективность в отношении восстановления состава кишечной микрофлоры при дисбактериозе. Показано, что введение ценных физиологически активных соединений активизирует рост молочнокислых бактерий и бифидобактерий в обогащенном кисломолочном продукте. Комплексное влияние функциональных ингредиентов приводило к

активизации метаболических процессов заквасочной микрофлоры, включающей молочнокислые и бифидобактерии и увеличению их количества соответственно с $2 \cdot 10^7$ до $70 \cdot 10^7$ КОЕ/см³ и с $1 \cdot 10^6$ до $5 \cdot 10^7$. Следовательно, используемые ингредиенты являются хорошей питательной средой, создают благоприятные условия и стимулируют рост молочнокислых бактерий кисломолочных продуктов и кишечной микрофлоры. Это явление объясняется наличием в составе обогащенного кисломолочного продукта известных пребиотиков – инулина, куркумина, пектиновых веществ, каротиноидов, пищевых волокон, микроэлементов, биофлавоноидов, активизирующих ферментные системы клеток микроорганизмов. Данные функциональные ингредиенты комплексно используемых микроорганизмов оказывают синбиотический эффект, усиливающий одновременное действие пробиотиков и пребиотиков. Описанные результаты исследований дают основания рекомендовать применение предлагаемого кисломолочного продукта, обладающего синбиотическим эффектом, для использования в рационе питания широкого круга потребителей с целью профилактики сахарного диабета 2 типа и нормализации состава полезной микрофлоры кишечника.

Литература

- Аленушкина, А.В. Медицинская микробиология: учебное пособие / А.В. Аленушкина. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 472 с.
- Барановский, А.Ю. Дисбактериоз и дисбиоз кишечника / А.Ю. Барановский, Э.А. Кондрашина. Санкт – Петербург: Питер, 2000. – 209 с.
- Биологически активные пищевые добавки: неизвестное об известном: Справочник / Под ред. Майкла Рисмана. М.: Арт-Бизнес-Центр, 1998. 489 с.

Таблица 4

Изменение состава микрофлоры кишечника лабораторных мышей при коррекции рациона питания кисломолочными продуктами (непосредственно после окончания эксперимента)

Состав кишечной микрофлоры лабораторных животных	Количество, lg КОЕ/г			
	у здоровых подопытных мышей	при дисбактериозе подопытных мышей, вызванные антибактериальным препаратом гентамицином	при коррекции дисбактериоза кисломолочным продуктом с функциональными ингредиентами	при коррекции дисбактериоза необогащенным кисломолочным продуктом
Общее количество эшерихий	7,1±0,3	9,3±0,4	8,1±0,5	7,1±0,3
Эшерихии со сниженной ферментативной активностью	4,5±0,5	7,4±0,3	5,5±0,5	6,5±0,3
Гемолитические эшерихии	0	4,9±0,5	0	3,2±0,2
Условно патогенные энтеробактерии	3,2±0,3	6,1±0,3	4,1±0,3	5,7±0,3
Бактерии рода <i>Proteus</i>	1,2±0,2	6,0±0,2	2,6±0,3	4,6±0,2
Бифидобактерии	8,3±0,2	5,4±0,6	13,2±0,7	6,3±0,2
Лактобактерии	8,6±0,7	4,3±0,5	12,9±0,4	5,6±0,4

- Ганина, В.И. Техническая микробиология продуктов животного происхождения / В.И. Ганина, Н.С. Королева, С.А. Фильчакова. Москва: ДеЛи принт, 2008. – 351 с.
- Елисеева Л.Г. Качественные показатели кисломолочного биопродукта с добавленной пищевой ценностью / Л.Г. Елисеева, Н.Н. Яценко // Товаровед продовольственных товаров. 2017с. №2. С. 61-63.
- Елисеева Л.Г. Кисломолочный биопродукт с добавленной пищевой ценностью для профилактики сахарного диабета / Л.Г. Елисеева, Н.Н. Яценко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2017а. №6 (47). С. 37-41.
- Елисеева Л.Г. Оценка функциональных свойств кисломолочных биопродуктов с добавленной пищевой ценности / Л.Г. Елисеева, Н.Н. Яценко // Пищевая промышленность. 2017б. №3. С. 12-14.
- Коршунов, В.М. Нормальная микрофлора кишечника. Диагностика, профилактика и лечение дисбактериозов кишечника / В.М. Коршунов, Н.Н. Володин, Б.А. Ефимов, А.П. Пикина, В.В. Смянов, О.В. Коршунова, О.В. Макаров. Москва: МЗ РФ, 1997. – 40 с.
- Куваева, И.Б. Обмен веществ организма и кишечная флора / И.Б. Куваева. Москва: Медицина, 1976. – 248 с.
- Лихачева, А.Ю. Современное состояние вопроса таксономии бактерий рода *Lactobacillus* / А.Ю. Лихачева, В.М. Бондаренко, К.Я. Соколова // Журн. микробиол. - 1992. №9-10. С.74-78.
- Полякова, Е.Д. Обоснование использования поликомпонентного обогатителя растительного пищевого диабетического назначения / Е.Д. Полякова, Т.Н. Иванова // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: материалы IV междунар. науч.-практ. конф. 22-23 мая 2014г. / Фед. агентство научн. организаций, Гос. науч. учреждение Краснодар. НИИ хранения и переработки с.-х. продукции; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Е.П. Викторовой – Ижевск: Издатель С.А. Пермяков, 2014 – С. 66-71
- Протокол ведения больных. Дисбактериоз кишечника: ОСТ 91500.110004 2003. Приказ Минздрава России № 231 от 09.06.03. – (Отраслевой стандарт).
- Совершенствование методов диагностики дисбактериоза толстого кишечника / В.П. Иванов [и др.] // Информационное письмо. - СПб.: ФГУ «Центр госсанэпиднадзора», 2002. - 31 с.
- Способ моделирования дисбактериоза кишечника у лабораторных животных: пат. 2477894 Рос. Федерация. No 2011149501/14 / Дармов И.В. и др.; заявл. 05.12.2011 ; опубл. 20.03.2013, Бюл. No 8. 3 с.
- Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. Распоряжение правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года N 1364-р. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.docs.cntd.ru/document/420363999> (дата обращения: 25.03.2019).
- Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» № ТР ТС 033/2013: сайт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. - [Электронный ресурс]. Дата обновления: 10.06.2014. - URL: <http://www.docs.cntd.ru/document/499050562> (дата обращения: 25.03.2019).
- Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» № ТР ТС 021/2011: сайт Евразийской экономической комиссии. - 2012 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 12.12.2011. - URL: <http://www.tsouz.ru/KTS/KTS33/Pages/default.aspx>. (дата обращения: 25.03.2019).
- Тихомирова, Н.А. Технология продуктов функционального питания / Н.А. Тихомирова. М.: Фронтэра, 2002. – 212 с.
- Чахава, О.В. Микробиологические и иммунологические основы гнотобиологии / Е.М. Горская, С.З. Рубан. М.: Медицина, 1982. – 159 с.
- Шевяков, М.А. Диагностика и лечение кандидоза слизистых оболочек пищеварительного и урогенитального трактов / М. А. Шевяков, А. К. Мирзабалаева. // Антибиотики и химиотерапия. 2002. Т. 47, N 4. - С. 24-28.
- Шевяков, М.А. Дисбиоз кишечника (клиническое значение и коррекция) / М.А. Шевяков, Е.И. Архипова, И.В. Александров. Санкт – Петербург, 2007. – 40 с.
- Шендеров, Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 1: Микрофлора человека и животных и ее функции / Б.А. Шендеров. М.: ГРАНТЪ, 1998. - 288 с.
- Шендеров, Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 2: Социально – экологические и клинические последствия дисбаланса микробной экологии человека и животных / Б.А. Шендеров. М.: ГРАНТЪ, 1998. - 416 с.
- Шендеров, Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 3: Пробиотики и функциональное питание / Б.А. Шендеров. М.: ГРАНТЪ, 2001. - 287 с.
- Эпштейн-Литвак, Р.В. Бактериологическая диагностика дисбактериоз кишечника. Методические рекомендации / Р.В. Эпштейн-Литвак, Ф.Л. Вильшанская. М.: 1977. – 22 с.

Studying the prebiotic properties of a fermented milk product enriched with inulin and chromium preparations

Ludmila G. Eliseeva

*Plekhanov Russian University of Economics
36, Stremyanny lane, Moscow, 117997, Russian Federation
E-mail: eliseeva-reu@mail.ru*

Natalia N. Yatsenko

*Rostov State University of Economics (RINH)
69, Bolshaya Sadovaya str., Rostov-on-don, 344002, Russian Federation
Plekhanov Russian University of Economics
36, Stremyanny lane, Moscow, 117997, Russian Federation
E-mail: nataly_yacenko@list.ru*

The article studies the prebiotic properties of a fermented milk product enriched with inulin, curcumin and chromium preparations. The studies were carried out on laboratory mice of patients with type 2 diabetes mellitus, in whom a disease was artificially provoked, in which intestinal dysbiosis occurs. The nature of changes in the number and composition of intestinal microflora was studied, against the background of which the effect of correction of intestinal microflora when using the fermented milk product prebiotic substances was studied. The data obtained after correction by the product indicate the stabilization of the composition of the intestinal microflora in laboratory mice.

Keywords: fermented milk product; dysbiosis; parsnip; turmeric; chromium; intestinal microflora; laboratory mice

References

- Alenushkina, A.V. Meditsinskaya mikrobiologiya: uchebnoye posobiye [Medical Microbiology: A Training Manual]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2003, 472 p.
- Baranovskiy, A.YU, Kondrashina.E.A. Disbakterioz i disbioz kishechnika [Dysbacteriosis and intestinal dysbiosis] Sankt – Peterburg: Piter, 2000, 209 p.
- Biologicheski aktivnyye pishchevye dobavki: neizvestnoye ob izvestnom [Biologically active food additives: unknown about the known] The Handbook M. Risman (eds). Moscow: Art-Biznes-TSentr, 1998, 489 p.
- Ganina V.I., Koroleva N.S., Fil'chakova S.A.. Tekhnicheskaya mikrobiologiya produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya [Technical microbiology of animal products]. Moscow: DeLiprint, 2008, 351 p.
- Eliseyeva L.G., Yatsenko N.N. Kachestvennyye pokazateli kislomolochnogo bioprodukta s dobavlennoy pishchevoy tsennost'yu [Qualitative indicators of fermented milk biological product with added nutritional value]. Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov [Commodity expert on food products]. 2017, no. 2, pp. 61–63.
- Eliseyeva L.G., Yatsenko N.N. Otsenka funktsional'nykh svoystv kislomolochnykh bioproduktov s dobavlennoy pishchevoy tsennosti [Evaluation of the functional properties of fermented milk biological products with added nutritional value]. Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry]. 2017, no. 3, pp. 12–14.
- Eliseyeva L.G., Yatsenko N.N. Kislomolochnyy bioprodukt s dobavlennoy pishchevoy tsennost'yu dlya profilaktiki sakharnogo diabeta [Fermented milk bioproduct with added nutritional value for the prevention of diabetes]. Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry]. 2017, no. 6, pp. 37–41.
- Korshunov V.M., Volodin N.N., Efimov B.A., Pikina A.P., Smeyanov V.V., Korshunova O.V., Makarov O.V. Normal'naya mikroflora kishechnika. Diagnostika, profilaktika i lecheniye disbakteriozov kishechnika. [Normal intestinal microflora. Diagnosis, prevention and treatment of intestinal dysbiosis]. Moscow: MZ RF, 1997, 40 p.
- Kuvayeva, I.B. Obmen veshchestv organizma i kishechnaya flora [Metabolism and intestinal flora]. Moscow: Meditsina, 1976, 248 p.
- Likhacheva, A.YU., Bondarenko V.M., Sokolova K.YA. Sovremennoye sostoyaniye voprosa taksonomii bakteriy roda Lactobacillus [Current status of the taxonomy of bacteria of the genus Lactobacillus]. Zhurnal Mikrobiologiya [Journal of Microbiology]

- 1992, no 9-10, pp.74-78.
- Polyakova, E.D. Ivanova T.N. Obosnovaniye ispol'zovaniya polikomponentnogo obogatitelya rastitel'nogo pishchevogo diabeticheskogo naznacheniya [The rationale for the use of multicomponent enrichment of plant food diabetic]. In E.P. Viktorova (ed.) Innovatsionnyye pishchevyte tekhnologii v oblasti khraneniya i pererabotki sel'skokhozyaystvennogo syr'ya: materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Innovative food technologies in the field of storage and processing of agricultural raw materials: materials of the IV international scientific-practical conference]. Izhevsk: S.A. Permyakov, 2014, pp. 100-104
- Industry standard 91500.11.0004-2003. Protokol vedeniya bol'nykh. Disbakterioz kishchnika [Management Protocol. Intestinal dysbiosis]. Order of the Ministry of Health of Russia no 231 from 09.06.2003
- Ivanov V.P., Boytcov A.G., Kovalenko A.D. Sovershenstvovaniye metodov diagnostiki disbakterioza tolstogo kishchnika [Improving the methods for the diagnosis of colonic dysbiosis]. Informatsionnoye pis'mo [Information mail]. Sankt-Peterburg: FGU «TSentr gossanepidnadzora», 2002, 31 p.
- Sposob modelirovaniya disbakterioza kishchnika u laboratornykh zhivotnykh [A method for modeling intestinal dysbiosis in laboratory animals]: Pat. 2477894 Russian Federation. IPC G09B 23/28. No 2011149501/14. Applicant Darmov I.V., Chicherin I.Yu., Erdyakova A.S., Pogorel'skiy I.P., Lundovskikh I.A.; patent holder Federal'noye gosudarstvennoye byudzhethnoye obrazovatel'noye uchrezhdeniye vysshego professional'nogo obrazovaniya "VYAT-SKIY GOSUDARSTVENNYY UNIVERSITET" (FGBOU VPO "VyatGU" (RU) [Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "VYATSK STATE UNIVERSITY" (FSBEI HPE "VyatSU" (RU)]; declared 05.12.2011; publ. 20.03.2013 bulletin no. 8.
- Strategiya povysheniya kachestva pishchevoy produktsii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda. Rasporyazheniye pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 29 iyunya 2016 goda N 1364-r. [Elektronnyi resurs] [Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030. Order of the Government of the Russian Federation of June 29, 2016 N 1364-p.]. URL <http://www.docs.cntd.ru/document/420363999> (accessed: 25.03.2019).
- Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza O bezopasnosti moloka i molochnoy produktsii № TR T-S 033/2013. [Elektronnyi resurs] [Technical regulation of the Customs Union On the safety of milk and dairy products No. TP TC 033/2013.]. URL <http://www.docs.cntd.ru/document/499050562> (accessed: 25.03.2019).
- Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza O bezopasnosti pishchevoy produktsii № TR T-S 021/2011. [Elektronnyi resurs] [Technical Regulation of the Customs Union On Food Safety No. TR TS 021/2011]. URL <http://www.tsouz.ru/KTS/KTS33/Pages/default.aspx> (accessed: 25.03.2019).
- Tikhomirova, N.A. Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya [Technology of functional nutrition products]. Moscow: Frantera, 2002, 212 p.
- Chakhava, O.V., Gorskaya, E.M., Ruban S.Z. Mikrobiologicheskiye i immunologicheskiye osnovy gnotobiologii [Microbiological and immunological bases of gnotobiology]. Moscow: Meditsina, 1982, 159 p.
- Shevyakov, M.A., Mirzabalayeva, A.K. Diagnostika i lecheniye kandidoza slizistikh obolochek pishchevaritel'nogo i urogenital'nogo traktov [Diagnosis and treatment of candidiasis of the mucous membranes of the digestive and urogenital tracts.]. Antibiotiki i khimioterapiya [Antibiotics and chemotherapy]. 2002, vol. 47, no 4, pp. 24-28.
- Shevyakov, M.A., Arkhipova, E.I., Aleksandrov, I.V. Disbioz kishchnika (klinicheskoye znachenie i korrektsiya) [Intestinal dysbiosis (clinical significance and correction)]. Sankt-Peterburg: Piter, 2007, 40 p.
- Shenderov, B.A. Meditsinskaya mikrobnaya ekologiya i funktsional'noye pitaniye. T. 1: Mikroflora cheloveka i zhivotnykh i yeye funktsii [Medical microbial ecology and functional nutrition. vol. 1: Microflora of humans and animals and its functions] Moscow: GRANT, 1998, 288 p.
- Shenderov, B.A. Meditsinskaya mikrobnaya ekologiya i funktsional'noye pitaniye. T. 2: Sotsial'no - ekologicheskiye i klinicheskoye posledstviya disbalansa mikrobnoy ekologii cheloveka i zhivotnykh [Medical microbial ecology and functional nutrition. vol. 2: Socio - ecological and clinical consequences of the imbalance of the microbial ecology of humans and animals] Moscow: GRANT, 1998, 416 p.
- Shenderov, B.A. Meditsinskaya mikrobnaya ekologiya i funktsional'noye pitaniye. T. 3: Probiotiki i funktsional'noye pitaniye [Medical microbial ecology and functional nutrition. vol. 3: Probiotics and Functional Nutrition] Moscow: GRANT, 2001, 287 p.
- Epshteyn-Litvak, R.V., Vil'shanskaya, F.L. Bakteriologicheskaya diagnostika disbakterioz kishchnika. Metodicheskiye rekomendatsii [Bacteriological diagnosis of intestinal dysbiosis. Guidelines]. Moscow: 1977, 22 p.