

ОБОГАЩЕНИЕ МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ПРО- И ПРЕБИОТИКАМИ

Е.В. ЖУКОВА, П.А. КОРЕНЕВСКАЯ, Е.Д. САВИНА, О.Н. ПАСТУХ

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) человека может постоянно меняться. Он зависит от условий, в которых был рожден человек, возраста, питания, образа жизни, региона проживания, различных заболеваний и приема лекарственных препаратов. Очень важно, чтобы в ЖКТ поддерживался правильный баланс (соотношение) микроорганизмов. Новизна исследований заключается в создании симбиотических ферментированных молочных продуктов, включающих в себя пробиотические культуры микроорганизмов и пребиотики, что является актуальным и перспективным направлением развития молочной промышленности, позволяющим обогатить рацион потребителей и ассортимент предприятий функциональными и полезными продуктами. Пробиотические микроорганизмы, внесенные в молоко в виде чистых культур, развивались недостаточно активно и не достигали высоких титров, необходимых для создания лечебно-профилактических продуктов. Внесение пребиотиков в количестве 3% в молоко перед пастеризацией позволило при производстве снизить риск развития посторонней микрофлоры и улучшить сгусток готового продукта. Использование комбинации чистых штаммов пробиотических культур в более высокой концентрации (5%) и культур микроорганизмов, способных при сквашивании образовывать плотный сгусток молока, позволит получить продукт с хорошими органолептическими показателями, стабильной консистенцией и высоким титром пробиотических микроорганизмов (от $1,0 \times 10^9$ КОЕ). Уровень рентабельности производства таких продуктов составит в среднем 35–40%.

Ключевые слова: ферментированные (кисломолочные) продукты, микроорганизмы, пребиотики, пробиотики, качество готового продукта, коли-титр.

Введение

Для здоровья и поддержания активной жизнедеятельности организма человека важным является сбалансированное поступление всех необходимых пищевых ингредиентов, которое должно обеспечиваться питанием высокого качества. К сожалению, понятие «питание» сегодня не всегда можно рассматривать как фактор регуляции обмена веществ [1]. Ставится вопрос о создании таких продуктов, которые могли бы обеспечить организм необходимыми питательными веществами. Среди таких продуктов можно назвать ферментированные (кисломолочные) продукты, обогащенные пробиотическими культурами с пребиотиками [2]. Пробиотические продукты могут помочь здоровью и благополучию человека в тех случаях, когда его микрофлора желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) находится «не в лучшей форме».

Пробиотики – это полезные микроорганизмы, которые приносят пользу здоровью человека, а пребиотики – вещества, способные расщепляться под действием ферментов микроорганизмов, населяющих ЖКТ [3–5]. Таким образом, пребиотики выступают в роли питания для микроорганизмов, то есть пробиотиков, населяющих ЖКТ человека.

Они могут помочь быстро восстановиться микробиоте и в дальнейшем поддерживать ее в правильном соотношении. Пребиотики положительно влияют на слизистую кишечника, усиливают перистальтику и выступают в роли пищевых волокон, очищающих наш кишечник от токсинов [6, 7].

Молоко выступает отличной питательной средой для развития полезных микроорганизмов, так как в нем есть все необходимое. Микроорганизмы растут и размножаются в молоке, перерабатывая молочный сахар, продуцируя молочную кислоту и другие соединения [2, 8]. Если молоко с пробиотической культурой обогатить пребиотиком, то получится симбиотик. Это является наиболее выгодным сочетанием, при употреблении которого можно получить многостороннюю пользу [9–12].

Микроорганизмы, продукты их синтеза, а также внесенный пробиотик благоприятно повлияют на ЖКТ, слизистую кишечника, соотношение микроорганизмов, и как следствие – на иммунитет, нервную систему и обмен веществ в организме человека [13–15].

Цель исследований: разработка рецептуры и оценка качества ферментированного молочного продукта путем подбора оптимальных компонентов для создания кисломолочного напитка с высокой концентрацией пробиотической культуры, обогащенного пребиотиком.

Материал и методы исследований

Объектами исследований являются молоко сырое коровье, штаммы пробиотических культур в чистом виде: *Lactobacillus Reuteri*, *Lactobacillus Rhamnosus*, *Lactobacillus Acidophilus*, *Bifidobacterium*; пребиотики: инулин, фруктоолигосахариды (ФОС), нутриоза, унипектин.

В готовом продукте исследовали pH, титруемую кислотность, количество жизнеспособных микроорганизмов; производилась идентификация микроорганизмов в продукте (табл. 1).

Результаты и их обсуждение

Эксперимент 1. Подбор пробиотических культур и пребиотиков. В ходе проведения эксперимента 1 были созданы опытные образцы: контроль – без пребиотиков (4 образца) и различные комбинации с пробиотиком + пребиотик (16 образцов). В итоге было получено 20 опытных образцов ферментированного продукта (табл. 2).

Таблица 1

Методы исследования показателей образцов

Показатель	Метод исследования
pH	Потенциометрический метод определения
Титруемая кислотность	Согласно ГОСТ 31976–2012 «Йогурты и продукты кисломолочные»
Количество жизнеспособных микроорганизмов	Определение молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11–2013. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов (среда по п. 5.2.1, температура инкубации – 37–40°C в зависимости от вида) Определение бифидобактерий по ГОСТ 33924–2016. Методы определения бифидобактерий (среда бифидо + MUP, температура инкубации – 37°C)
Идентификация микроорганизма	MALDI-TOF масс-спектрометрия для видовой идентификации микроорганизмов

Эксперимент 1 – варианты опытных образцов

Образец	Вариант	Пребиотик	Пробиотик
1A	Acid (контроль)	-	Lactobacillus Acidophilus
1B	Reu (контроль)	-	Lactobacillus reuteri
1C	Rham (контроль)	-	Lactobacillus rhamnosus
1D	Бифидум (контроль)	-	Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)
2A	Инулин + Acid	Инулин	Lactobacillus Acidophilus
2B	Инулин + Reu	Инулин	Lactobacillus reuteri
2C	Инулин + Rham	Инулин	Lactobacillus rhamnosus
2D	Инулин + бифидум	Инулин	Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)
3A	ФОС + Acid	ФОС	Lactobacillus Acidophilus
3B	ФОС + Reu	ФОС	Lactobacillus reuteri
3C	ФОС + Rham	ФОС	Lactobacillus rhamnosus
3D	ФОС + бифидум	ФОС	Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)
4A	Унипектин + Acid	Унипектин	Lactobacillus Acidophilus
4B	Унипектин + Reu	Унипектин	Lactobacillus reuteri
4C	Унипектин + Rham	Унипектин	Lactobacillus rhamnosus
4D	Унипектин + бифидум	Унипектин	Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)
5A	Нутриоза + Acid	Нутриоза	Lactobacillus Acidophilus
5B	Нутриоза + Reu	Нутриоза	Lactobacillus reuteri
5C	Нутриоза + Rham	Нутриоза	Lactobacillus rhamnosus
5D	Нутриоза + бифидум	Нутриоза	Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)

Ход работы. Нормализованное до 2,5%-ной жирности молоко гомогенизировали при температуре $65,0 \pm 2^\circ\text{C}$, затем пастеризовали при температуре $92,0 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 2 мин и охлаждали до $43,0 \pm 2^\circ\text{C}$. Вносили пребиотики (4 варианта: инулин, фруктоолигосахариды (ФОС), нутриоза, унипектин) в количестве 3%. Обогащенное пребиотиками молоко сквашивали чистыми пробиотическими культурами, наиболее приближенными к тем, что населяют кишечник человека (4 вида бактерий: *Lactobacillus Reuteri*, *Lactobacillus Rhamnosus*, *Lactobacillus Acidophilus*, *Bifidobacterium*), в количестве 3%. Сквашивание происходило при температуре $38,0 \pm 1^\circ\text{C}$ и длилось до образования сгустка – 4–6 ч. В конце опытные образцы продукта охлаждались до температуры $4,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ и хранились в холодильном шкафу в течение 14 суток.

Проанализировав полученные результаты эксперимента 1 (табл. 3), можно сделать предварительные выводы и предложить решения.

Результаты эксперимента I

Образец	Вариант	Кислотность		Количество микроорганизмов, КОЕ/г	Идентифицированная микрофлора
		активная, pH	титруемая, T°		
1A	Acid (K)	3,9±0,04	103±1,08	2,4×10 ⁸	<i>L. acidophilus</i>
1B	Reu (K)	4,3±0,04	77±1,15	4,0×10 ⁸	<i>L. reuteri</i> , <i>Str. salv. thermophilus</i>
1C	Rham (K)	5,2±0,03	61±1,16	2,5×10 ⁸	<i>L. rhamnosus</i>
1D	Бифидум (K)	4,3±0,04	75±1,10	2,1×10 ⁵	<i>Str. salv. thermophilus</i>
2A	Инулин + Acid	4,1±0,03	105±1,09	8,0×10 ⁷	<i>L. acidophilus</i> , <i>En. facium</i>
2B	Инулин + Reu	4,3±0,02	75±1,07	4,1×10 ⁸	<i>L. reuteri</i> , <i>Str. salv. thermophilus</i> , <i>L. lactis</i> , <i>En. facium</i>
2C	Инулин + Rham	4,2±0,03	65±1,05	1,4×10 ⁸	<i>L. rhamnosus</i>
2D	Инулин + бифидум	4,2±0,05	78±1,05	1,3×10 ⁶	<i>L. lactis</i>
3A	ФОС + Acid	4,1±0,05	103±1,08	3,5×10 ⁷	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Str. salv. thermophilus</i> , <i>En. gallinarum</i> , <i>En. facium</i>
3B	ФОС + Reu	4,3±0,06	79±1,10	7,1×10 ⁸	<i>Str. salv. thermophilus</i> , <i>En. gallinarum</i> , <i>En. facium</i>
3C	ФОС + Rham	4,0±0,05	58±1,55	2,8×10 ⁸	<i>L. rhamnosus</i>
3D	ФОС + бифидум	4,3±0,06	98±1,05	9,4×10 ⁷	<i>En. facium</i>
4A	Унипектин + Acid	4,4±0,05	85±1,15	1,8×10 ⁸	<i>En. facium</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Str. salv. thermophilus</i>
4B	Унипектин + Reu	5,8±0,07	38±1,50	2,2×10 ⁶	<i>L. reuteri</i> , <i>B. cereus</i>
4C	Унипектин + Rham	5,1±0,05	46±1,66	5,5×10 ⁷	<i>L. rhamnosus</i>
4D	Унипектин + бифидум	6,2±0,09	26±1,78	<1,0×10 ⁵	-
5A	Нутриоза + Acid	4,0±0,03	88±1,15	1,3×10 ⁸	<i>En. facium</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Str. salv. thermophilus</i>
5B	Нутриоза + Reu	4,3±0,05	77±1,09	2,6×10 ⁸	<i>Str. salv. thermophilus</i> , <i>L. lactis</i>
5C	Нутриоза + Rham	4,7±0,06	65±1,17	3,5×10 ⁷	<i>L. rhamnosus</i>
5D	Нутриоза + бифидум	4,4±0,05	75±1,05	9,4×10 ⁵	<i>Str. salv. thermophilus</i>

Выводы

Титры микроорганизмов не доходят до усредненных значений биологически активной дозировки $1,0 \times 10^9 - 1,0 \times 10^{10}$ КОЕ/г [1, 2]. Скорее всего пробиотические культуры в чистом виде развивались неактивно. При этом молочно-кислые бактерии выросли в небольших количествах, а бифидобактерии совсем не развились (1D, 5D). Решение: в дальнейших исследованиях рекомендовано использовать комбинации пробиотических кисломолочных культур для получения более устойчивой системы (более стабильного продукта). Также возможно использование наибольшей концентрации чистой культуры микроорганизмов, что впоследствии приведет к повышению количества микроорганизмов в готовом продукте.

В опытных образцах готового продукта были обнаружены посторонние микроорганизмы. Попадание посторонней микрофлоры может быть обусловлено попаданием сторонних микроорганизмов с пребиотиками. Решение: следует принять меры для минимизации возможности попадания микроорганизмов извне, поэтому необходимо пастеризовать смесь молока уже внесенным пребиотиком, затем охлаждать и вносить закваску, то есть пастеризация молочной смеси должна производиться уже совместно с пребиотиком.

Наиболее устойчивым к развитию посторонней микрофлоры в готовом продукте оказался *Lactobacillus Rhamnosus* (2C, 3C, 4C, 5C). Внесение данного микроорганизма не позволило развиваться посторонним микроорганизмам и дало относительно высокие концентрации жизнеспособных бактерий в готовом продукте. Данный микроорганизм обладает защитными свойствами против патогенов, поэтому его можно использовать для предотвращения возможного обсеменения и порчи продукта. Решение: следует рассмотреть эту культуру для дальнейших исследований в комбинации с другими вариантами пробиотических культур.

Унипектин дает продукту специфический запах (сладко-цитрусовый) и моделирует вязкую консистенцию, более похожую на суфле или панакоту (4A, 4B, 4C, 4D). Унипектин подойдет больше для производства суфле или иных молочных десертов с пробиотическими свойствами. Решение: некоторые компоненты не стоит использовать в дальнейших исследованиях.

Можно заметить, что продукты с пребиотиками в сравнении с контрольными образцами дают меньшую концентрацию микроорганизмов (2A, 4B, 4C, 5C). Решение: возможно, концентрация пребиотика может выступать стоп-фактором, поэтому необходимо тщательно подбирать комбинацию пребиотиков для последующих исследований.

Эксперимент 2. Подбор оптимальных сочетаний пробиотических культур и комбинаций пребиотиков. В эксперименте 2 использовали отобранные комбинации штаммов чистых пробиотических культур *Lactobacillus Reuteri*, *Lactobacillus Rhamnosus*, *Bifidobacterium* с закваской, в состав которой входили культуры *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* и *Lactobacillus Acidophilus*, характерные для ацидофильной простокваши. Также использовали предварительно отобранные пребиотики: инулин, фруктоолигосахариды, нутриозы (табл. 4).

Ход работы. Нормализованное до 2,5%-ной жирности молоко гомогенизировали при температуре $65,0 \pm 2^\circ\text{C}$, после чего в него вносили пребиотики (инулин, фруктоолигосахариды, нутриозу) в виде комбинаций: контроль (без пребиотиков), инулин (1,5%) + Нутриоза (1,5%), Фруктоолигосахариды (1,5%) + Нутриоза (1,5%), затем пастеризовали при температуре $92,0 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 2 мин и охлаждали до температуры сквашивания. Обогащенное пребиотиками молоко сквашивали

закваской – комбинациями микроорганизмов. В состав закваски входили культуры *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* и *Lactobacillus Acidophilus*, характерные для ацидофильной простокваши, а также 3 вида чистых пробиотических культур: *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* и *Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)*. Внесение культур *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* и *Lactobacillus Acidophilus* в подготовленную молочную смесь производилось при температуре 40°C. Скваживание происходило при температуре 38,0±1°C в течение 6,5 ч. После образования сгустка опытные образцы готового продукта охлаждались до 4,0±0,5°C и хранились в холодильном шкафу в течение 14 суток. В готовых продуктах исследовали pH, титруемую кислотность, количество жизнеспособных микроорганизмов; производилась идентификация микроорганизмов в продукте (табл. 1).

Проанализировав полученные результаты эксперимента 2 (табл. 5), можно сделать некоторые выводы и предложить решения.

Таблица 4

Эксперимент 2 – варианты опытных образцов

Образец	Вариант	Пребиотик	Пробиотик
1A	Reu (K)	-	<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + L. reuteri</i>
1B	Bifido (K)		<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)</i>
1C	Rhamn (K)		<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + L. rhamnosus</i>
2A	(Нут и Инул) + Reu	Нутриоза + + Инулин (50:50)	<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + L. reuteri</i>
2B	(Нут и Инул) + Bifido		<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)</i>
2C	(Нут и Инул) + Rhamn		<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + L. rhamnosus</i>
3A	(Нут и Фос) + Reu	Нутриоза + + Фруктоолигосахариды (50:50)	<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + L. reuteri</i>
3B	(Нут и Фос) + Bifido		<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + Bifidobacterium (bifidum, animalis ssp., lactis ssp.)</i>
3C	(Нут и Фос) + Rhamn		<i>Str. saliv.s ssp therm. u L. Acidophilus + L. rhamnosus</i>

Результаты эксперимента 2

Образец	Вариант	Кислотность		Количество микроорганизмов, КОЕ/г	Идентифицированная микрофлора
		активная, рН	титруемая, Т°		
1А	Reu (К)	4,43±0,19	61±2,27	1,1×10 ⁹	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i>
1В	Bifido (К)	4,38±0,17	71±2,19	1,2×10 ⁹	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i>
				3,6×10 ⁶	<i>Bifidobacterium animalis</i>
1С	Rhamn (К)	4,51±0,21	64±2,25	1,2×10 ⁹	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. rhamnosus</i>
2А	(Нут и Инул) + + Reu	4,51±0,18	73±1,51	1,3×10 ⁹	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i>
2В	(Нут и Инул) + + Bifido	4,46±0,15	77±2,03	7,4×10 ⁸	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i> , <i>L. lactis</i>
				1,4×10 ⁶	<i>Bifidobacterium animalis</i>
2С	(Nutr and Inul) + + Rhamn	4,47±0,19	68±2,15	8,0×10 ⁸	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i> , <i>L. casei</i> <i>L. rhamnosus</i>
3А	(Nutr and FOS) + + Reu	4,42±0,13	70±2,08	1,1×10 ⁹	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i>
3В	(Нут и Фос) + + Bifido	4,53±0,22	78±1,77	6,9×10 ⁸	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i> , <i>L. lactis</i>
				3,2×10 ⁶	<i>Bifidobacterium animalis</i>
3С	(Нут и Фос) + + Rhamn	4,45±0,20	76±2,20	1,4×10 ⁹	<i>Str. salivarius. ssp thermophilus</i> , <i>L. Acidophilus</i> , <i>L. rhamnosus</i>

Выводы

В результате проведения эксперимента 2 был получен желаемый результат: качественные ферментированные продукты с хорошими органолептическими свойствами (вкус, цвет, запах, консистенция), в которых отсутствуют представители посторонней микрофлоры и которые обладают более высоким титром микроорганизмов (2А, 3А, 3С). Это обусловлено симбиозом микроорганизмов в продукте и достаточным количеством питания для развития и поддержания титра на протяжении всего срока хранения. Решение: используя различные комбинации пробиотических культур и пребиотиков, можно получить качественные продукты с хорошими органолептическими показателями, с высоким титром микроорганизмов без «следов» посторонней микрофлоры.

При сравнении продуктов с пребиотиком и контролем можно отметить, что опытные образцы кисломолочных продуктов с пребиотиком в некоторых случаях дают титр микроорганизмов ниже (2С, 2В, 3В), чем в контрольных образцах. Действительно, для некоторых микроорганизмов концентрация пребиотика может выступать стоп-фактором для развития, соответственно это следует учесть в дальнейших исследованиях. Решение: необходимо рассмотреть возможность использования других видов пребиотиков: натуральные концентраты пищевых волокон, полученные из овощей и фруктов, лактулозу и др. Даже если в эксперименте 2 были получены достаточно удачные комбинации, все равно в дальнейшем можно рассмотреть другие комбинации пребиотиков, изменить концентрацию вносимого пребиотика и т.д.

Замечена существенная разница в количестве молочных микроорганизмов в продуктах с бифидобактериями и без них. Скорее всего это обусловлено конкуренцией между молочнокислыми бактериями и бифидобактериями в процессе сквашивания (2В, 3В). Решение: стоит учитывать этот фактор для получения желаемых титров микроорганизмов и вносить их в достаточном количестве, необходимом на момент получения готового продукта.

При наблюдении установлено, что титр бифидобактерий не увеличивается в процессе сквашивания, оставаясь на том же уровне, что и на момент внесения (1В). По данным литературы можно предположить, что бифидобактерии не развиваются в продукте и их титр после внесения не изменялся ($1,0 \times 10^6$ КОЕ/г). Решение: для обогащения кисломолочного продукта необходимо вносить культуру бифидобактерий в той концентрации, которая необходима на момент получения готового продукта.

В целом в соответствии с поставленными задачами все опытные образцы ферментированного продукта получились качественными и соответствовали предъявляемым требованиям (рис.).



Эксперимент 1



Эксперимент 2

Рис. Опытные образцы ферментированного продукта

Уровень рентабельности производства таких продуктов составил в среднем 35–40%, что является достаточно высоким показателем. Функциональные продукты питания являются будущим пищевой промышленности. Они отвечают требованиям персонализации продукта и несут огромную ценность для здоровья и качества жизни будущих поколений. Кисломолочные продукты исторически используются человечеством, и усовершенствование традиционных продуктов является важным направлением, так как это дает возможность получить продукт, выполняющий большее количество функций, чем просто обеспечение организм энергией.

Разработка и создание симбиотических ферментированных молочных продуктов, включающих в себя пробиотические культуры микроорганизмов

и пребиотики, – актуальное и перспективное направление развития молочной промышленности, которое позволит обогатить рацион питания потребителей и ассортимент предприятия функциональными и полезными продуктами [9–12]. Использование при производстве кисломолочных ферментированных молочных продуктов предложенных комбинаций заквасочных микроорганизмов (*Streptococcus salivarius ssp thermophilus* и *Lactobacillus Acidophilus*), обогащенных пробиотическими культурами (*Lactobacillus Reuteri*, *Lactobacillus Rhamnosus*) и пребиотиками (инулин, нутриоза, ФОС), позволит получить функциональные продукты, сочетающие максимальную пользу ферментированного молочного продукта, пребиотика и имеющие высокую концентрацию микроорганизмов, способных нормализовать баланс микрофлоры ЖКТ человека. Важно выделить такие продукты в отдельную нишу и донести до потребителей ценность и важность данного продукта для нормального функционирования ЖКТ и здоровья в целом, разработать фирменный стиль, утвердить проект ТУ и осуществить выход данного продукта на рынок.

Библиографический список

1. Жукова Е.В. Теоретические основы питания: учеб. пособие. – М.: Реарт, 2017. – 152 с. EDN: YUNOJF.
2. Шувариков А.С., Жукова Е.В., Пастух О.Н., Корневская П.А. Научные основы переработки продукции животноводства: учеб. пособие. – М., 2021. – Ч. I. – 198 с. EDN: CEDUFH.
3. Бухарова С.В. Кисломолочные продукты, обогащенные пребиотиками/ пребиотиками // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник трудов III Национальной (Всероссийской) научной конференции с международным участием, г. Новосибирск, 28 февраля 2020 г. – Новосибирск: Золотой колос, 2020. – Т. 2. – С. 357–360. EDN: FXNVXF.
4. Войтенко О.С., Бараников В.А., Войтенко Л.Г., Тушев В.А. Влияние пребиотиков на качество кисломолочных продуктов животного происхождения // Актуальные вопросы науки и практики в инновационном развитии АПК: Материалы Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции, пос. Персиановский, 25 декабря 2020 г. – 2020. – Т. III. – С. 44–47. EDN: LUEDLK.
5. Редько В.В. Обеспечение качества и безопасности при производстве кисломолочных продуктов // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, г. Иркутск, 23–24 сентября 2021 г. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 77–83. EDN: QVNJYZ.
6. Андросова Н.Л., Антипова Т.А., Фелик С.В. и др. Подбор заквасочных культур для производства ферментированного молочно-зернового продукта детского питания // Пищевая промышленность. – 2023. – № 9. – С. 128–130. DOI: 10.52653/PPI.2023.9.9.023. EDN BGNVMC.
7. Shuvarikov A.S., Baimukanov D.A., Dunin M.I. et al. Estimation of composition, technological properties, and factor of allergenicity of cow's, goat's and camel's milk // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2019. – № 6 (382). – Рр. 64–74. DOI: 10.32014/2019.2518-1467.146. EDN: HYNRAL.
8. Shuvarikov A.S. et al. Development of formulation for soft cheese based on milk from animals of different species // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, 29–30 марта 2021 г. – Omsk City, 2022. – Art. 012070. DOI: 10.1088/1755-1315/954/1/012070. EDN: EHVBJK.

9. Агибаева А.Ж. Продукт диабетического назначения из козьего молока // Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной юбилею заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, доктора технических наук, профессора Гавриловой Натальи Борисовны, г. Омск, 24 апреля 2020 г. – Омск, 2020. – С. 236–238. EDN: GEBТОК.

10. Занданова Т.Н. Влияние замораживания на протеолитическую активность бактериального концентрата // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 11 (188). – С. 165–170. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-165-170. EDN: JYVBLR.

11. Дмитриева И.Е. Разработка технологии синбиотического кисломолочного продукта // Вестник современных исследований. – 2018. – № 4.2 (19). – С. 12–14. EDN: USABAZ.

12. Табакаева О.В. Органолептическая оценка качества симбиотического йогурта с биологически активными веществами облепихи и шиповника // АПК России. – 2020. – Т. 27, № 5. – С. 860–866. EDN: IURYXX.

13. Яковлева С.Ю., Тригуб В.В., Николенко М.В., Попов В.Г. Анализ рецептуры и свойств симбиотического йогурта // Ползуновский вестник. – 2022. – № 2. – С. 65–73. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.009. EDN: GISLКQ.

14. Чебуркин А.А., Киселева Е.С. Профилактика пищевой аллергии: современные тенденции // Вопросы практической педиатрии. – 2023. – Т. 18, № 5. – С. 62–70. DOI: 10.20953/1817-7646-2023-5-62-70. EDN: SSWNIR.

15. Baskar N., Varadharajan S., Rameshbabu M. et al. Development of plant-based yogurt // Foods and Raw Materials. – 2022. – Vol. 10, № 2. – P. 274–282. DOI: 10.21603/2308-4057-2022-2-537. EDN: XJUPLS.

FORTIFICATION OF DAIRY PRODUCTS WITH PRO- AND PREBIOTICS

E.V. ZHUKOVA, P.A. KORENEVSKAYA, E.D. SAVINA, O.N. PASTUKH

(Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy)

The composition of the microflora in the human gastrointestinal tract (GI tract) can change constantly. It depends on the conditions in which a person was born, age, diet, lifestyle, region of residence, various diseases and medications taken. It is very important to maintain the correct balance (ratio) of microorganisms in the GI tract. The novelty of the research lies in the development of symbiotic fermented dairy products, including probiotic microbial cultures and prebiotics. This urgent and promising direction for the development of the dairy industry will enrich consumers' diets and companies' product ranges with functional and useful products. Probiotic micro-organisms added to milk in the form of pure cultures were not active enough and did not reach the high titres required for the development of curative and prophylactic foods. The addition of prebiotics to milk at a rate of 3% prior to pasteurisation reduces the risk of extraneous microflora developing during production and improves the curd of the final product. The use of a combination of pure strains of probiotic cultures at a higher concentration (5%) and cultures of microorganisms capable of forming a dense milk curd during fermentation allows a product with good organoleptic characteristics, stable consistency and a high titer of probiotic microorganisms (from 1.0×10^9 CFU) to be obtained. The profitability of the production of such products is on average 35–40%.

Keywords: fermented (fermented milk) products, microorganisms, prebiotics, probiotics, quality of the final product, coli titer.

References

1. Zhukova E.V. *Theoretical foundations of nutrition*. Moscow, Russia: OOO “Reart”, 2017:152. (In Russ.)
2. Shuvarikov A.S., Zhukova E.V., Pastukh O.N., Korenevskaya P.A. *Scientific bases of processing livestock products*. Pt.I. Moscow, Russia, 2021:198. (In Russ.)
3. Bukharova S.V., Bukharova T.V., Belookov A.A. Fermented dairy products enriched with probiotics / prebiotics. *III natsional'naya (vserossiyskaya) nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem “Teoriya i praktika sovremennoy agrarnoy nauki”*, Novosibirsk, February 28, 2020. Novosibirsk: ITs NGAU “Zolotoy kolos”, 2020;2:357–360. (In Russ.)
4. Voitenko O.S., Baranikov V.A., Voitenko L.G., Tushev V.A. Effect of prebiotics on the quality of fermented dairy products of animal origin. *Vserossiyskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya “Aktual'nye voprosy nauki i praktiki v innovatsionnom razvitii APK”*, pos. Persianovskiy, December 25, 2020. Persianovsky, Russia: Don State Agrarian University, 2020:44–47. (In Russ.)
5. Red'ko V.V., Shmyreva A.V., Alekseeva Y.A. Ensuring quality and safety in the production of sour milk products. *IX Natsional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem “Aktual'nye voprosy inzhenerno-tekhnicheskogo i tekhnologicheskogo obespecheniya APK”*, Irkutsk, September 23–24, 2021. Molodezhniy, Russia: Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevskiy, 2021:77–83. (In Russ.)
6. Felik S.V., Antipova T.A., Androsova N.L., Kudryashova O.V., Simonenko S.V. Selection of starter cultures for the production of fermented milk-grain baby food product. *Food Processing Industry*. 2023;9:128–130. (In Russ.) <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.9.9.023>
7. Shuvarikov A.S., Baimukanov D.A., Dunin M.I. et al. Estimation of composition, technological properties, and factor of allergenicity of cow's, goat's and camel's milk. *Vestnik Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan*. 2019;6(382):64–74. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.146>
8. Shuvarikov A.S. et al. Development of formulation for soft cheese based on milk from animals of different species. *2021 International Conference on World Technological Trends in Agribusiness, WTTA 2021, Omsk City, March 29–30, 2021*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing Ltd, 2022:012070. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012070>
9. Agibaeva A.Zh., GavriloVA N.B. Cheese for diabetic use from goat's milk. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya “Sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya APK i proizvodstva spetsializirovannykh produktov pitaniya” posvyashchonnaya yubileyu Zasluzhennogo rabotnika vysshey shkoly Rossiyskoy Federatsii, doktora tekhnicheskikh nauk, professora Gavrilovoy Natal'i Borisovny*, Omsk, April 24, 2020. Omsk, Russia: Omsk State Agrarian University, 2020:236–238. (In Russ.)
10. Zandanova T.N. Freezing effect on bacterial concentrate proteolytic activity. *Bulletin of KGAU*. 2022;11(188):165–170. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-11-165-170>
11. Dmitrieva I.E. Development of synbiotic fermented milk product technology. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*. 2018;4.2(19):12–14. (In Russ.)
12. Tabakaeva O.V., Tabakaev A.V., Melkunov V.V. Organoleptic assessment of the quality of symbiotic yogurt with biologically active substances of sea buckthorn and rosehip. *APK Rossii*. 2020;27(5):860–866. (In Russ.)

13. Yakovleva S.Yu., Tregub V.V., Nikolenko M.V., Popov V.G. Analysis of the formulation and properties of synbiotic yogurt. *Polzunovskiy vestnik*. 2022;2:65–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.009>

14. Cheburkin A.A., Kiseleva E.S. Prevention of food allergies: current trends. *Clinical Practice in Pediatrics*. 2023;18(5):62–70. (In Russ.) <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2023-5-62-70>

15. Baskar N., Varadharajan S., Rameshbabu M. et al. Development of plant-based yogurt. *Foods and Raw Materials*. 2022;10(2):274–282. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2022-2-537>

Сведения об авторах

Жукова Екатерина Викторовна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 54; e-mail: e.zhukova@rgau-msha.ru; тел.: (910) 415–34–22

Корневская Полина Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 54; e-mail: zooh@bk.ru; тел.: (929) 635–61–94

Савина Елизавета Дмитриевна, лаборант-исследователь кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 54; e-mail: zhulisa1@mail.ru; тел.: (916) 455–15–14

Пастух Ольга Николаевна, канд. с.-х. наук, доцент, специалист по УМП учебно-методического управления ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 58; e-mail: pastukh.on@rgau-msha.ru; тел.: (916) 584–18–52

Information about the authors

Ekaterina V. Zhukova, CSc (Agr), Associate Professor at the Department of Dairy and Beef Cattle Breeding, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (910) 415–34–22; e-mail: e.zhukova@rgau-msha.ru)

Polina A. Korenevskaya, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Technology of Storage and Processing of Animal Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (929) 635–61–94; e-mail: zooh@bk.ru)

Elizaveta D. Savina, Research Assistant at the Department of Technology of Storage and Processing of Animal Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (916) 455–15–14; e-mail: mail: zhulisa1@mail.ru)

Olga N. Pastukh, CSc (Agr), Associate Professor, Expert at Teaching and Guiding Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (916) 584–18–52, e-mail: pastukh.on@rgau-msha.ru)