

ВОПРОСЫ ПИТАНИЯ

(L)

Главная (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/index.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)

О журнале (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/about.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)

Редколлегия (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/editorial_board.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)

Этика (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/ethics.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)

Рецензирование (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/reviewing.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)



Авторам (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/to_authors.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)

Архив (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/archive_page.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)

Контакты (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/contacts.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)

Дополнительно (/patrns/images/VP_prilojenie_5_2018.pdf)

К содержанию (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/journals_diet/65.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e50b03163b03-4d1f)

5. 2021

Разработка кисломолочного продукта на основе кобыльего молока и ассоциации молочнокислых микроорганизмов

Симоненко Елена Сергеевна, Бегунова Анна Васильевна

Резюме

Кобылье молоко издревле находит широкое применение у многих народов. Благодаря своему составу сегодня оно используется в питании людей с аллергией на коровье молоко, в специализированных пищевых продуктах профилактического назначения и др. Кисломолочные продукты на основе кобыльего молока могут расширить ассортимент продуктов с полезными свойствами.

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что потребление кисломолочных продуктов обеспечивает различные преимущества для здоровья, а использование пробиотических культур в составе заквасок для кисломолочных продуктов позволяет добавить продукту ряд функциональных свойств. Однако единственный доступный на рынке кисломолочный продукт из кобыльего молока - это кумыс. В связи с этим разработка новых кисломолочных продуктов на основе кобыльего молока является актуальной и востребованной.

Цель исследования - разработка кисломолочного продукта на основе кобыльего молока с использованием ассоциации, состоящей из закваски для йогурта и пробиотического штамма *L. rhamnosus* F.

Материал и методы. Для разработки кисломолочного продукта выбраны закваска для йогурта СТБп (*S. thermophilus* и *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) и пробиотическая культура *L. rhamnosus* F (GenBank MN994629) из коллекции молочнокислых и пробиотических микроорганизмов ФГАНУ "ВНИМИ". В качестве основы для кисломолочного продукта использовали молоко кобылье с добавлением сухого кобыльего или сухого коровьего молока, предварительно пастеризованные при температуре (65±1) °C с выдержкой 30 мин и охлажденные до температуры заквашивания (37±1) °C. В ходе работы изучали активность кислотообразования при сквашивании продукта, продолжительность сквашивания и динамику изменения количества молочнокислых бактерий и пробиотического штамма *L. rhamnosus* F



(<https://elibrary.ru/abstract.asp?id=7711>)



(<http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-kisломолочного-продукта-na-osnove-kobylyego-moloka-i-assotsiatsii-molochnokislykh-mikroorganizmov>)



(<https://vak.minobrru.ru/catalog.php?type=19&name=340829001844372>)



(<https://www.scopus.com/sourceid/28116&tip=sid>)



(/patrns/images/ebSCO.png)



(<https://pykont.ru>)



АНТИПЛАГИАТ
ТВОРИТЕ СОБСТВЕННЫМ УМОМ
(<http://www.antiplagiat.ru/about>)



(<https://www.scimagojr.com/journal-q=28116&tip=sid&exact=no>)



(<https://www.scopus.com/sourceid/origin=sbrowse#cc>)

в процессе сквашивания в зависимости от соотношения культур в закваске, дозы вносимой закваски и основы для сквашивания. Антимикробную активность продукта определяли методом луночной диффузии в агар.

Результаты. Поскольку *L. rhamnosus F* обладает низкой кислотообразующей активностью, предложено применение комбинированной закваски (ассоциации). Определено, что добавление к кобыльему молоку сухого коровьего молока положительно влияет на активность кислотообразования, через 6 ч сквашивания значение pH варьировало в диапазоне 4,6-4,83, а через 8 ч составляло 4,44-4,65 ед. pH. При добавлении сухого кобыльего молока через 8 ч сквашивания значение pH находилось в диапазоне 4,71-4,98 ед. pH. Установлено влияние количества комбинированной закваски (ассоциации) и соотношения культур в ней, продолжительности сквашивания на содержание молочнокислых бактерий, в том числе пробиотического штамма *L. rhamnosus Fv* в кисломолочном продукте на основе кобыльего молока. Наибольшее количество *L. rhamnosus F* содержалось в продукте при внесении 7% ассоциации с соотношением культур 1/4 и 1/6 и через 8 ч составило $(7-9,5) \times 10^8$ КОЕ/см³.

Заключение. На основании результатов исследований была разработана технология кисломолочного продукта на основе кобыльего молока: количество закваски (ассоциации) - 7%, соотношение культур - 1 часть закваски для йогурта и 6 частей *L. rhamnosus F* (1/6), температура сквашивания - 37 ± 1 °C, продолжительность сквашивания - 6 ч при добавлении сухого коровьего молока и 8 ч при добавлении сухого кобыльего молока. Разработанный кисломолочный продукт обладает антимикробной активностью по отношению к условно-патогенным и патогенным микроорганизмам: *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538, *S. typhimurium* ATCC 14028.

Ключевые слова: кобылье молоко, кисломолочный продукт, комбинированная закваска, пробиотическая культура, сквашивание, молочнокислые микроорганизмы

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Для цитирования: Симоненко ЕС., Бегунова А.В. Разработка кисломолочного продукта на основе кобыльего молока и ассоциации молочнокислых микроорганизмов // Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 5. С. 115-125. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-5-115-125> (<https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-5-115-125>).

Кобылье молоко издревле широко применяется у многих народов. Его используют в питании людей с аллергией на коровье молоко, в технологиях специализированных пищевых продуктов для диетического лечебного и профилактического питания и др. В последние годы заметно возрос интерес к использованию кобыльего молока в питании человека [1-3]. Полезные свойства кобыльего молока обусловлены в первую очередь его составом, который существенно отличается от коровьего молока [1, 4]. Содержание основных компонентов в кобыльем и коровьем молоке представлены в табл. 1.

Таблица 1. Содержание основных компонентов в кобыльем и коровьем молоке, %

Table 1. Content of main components in mare's and cow's milk, %

Показатель / Parameter	Кобылье молоко / Mare's milk [5]	Коровье молоко / Cow's milk [5]
Вода / Water	88,8	87,3
Белок, всего / Protein, total	2,5	3,4
Казеин / Casein	1,3	2,8
Глобулин и альбумин / Globulin and albumin	1,2	0,6
Жир / Fat	1,9	3,9
Лактоза / Lactose	6,2	4,7
Зона / Ash	0,3	0,7

Кроме того, кобылье молоко имеет более высокую концентрацию полиненасыщенных жирных кислот, особенно линолевой и линоленовой [6-8], более низкую концентрацию коротко- и длинноцепочечных насыщенных жирных кислот по сравнению с коровьим молоком (табл. 2).

Таблица 2. Содержание жирных кислот в кобыльем и коровьем молоке (в % к общему количеству жирных кислот)

Table 2. The content of fatty acids in mare's and cow's milk (% of the total amount of fatty acids)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Тутельян

Виктор

Александрович

(<http://www>)

12-16-13-2

40/29)

Академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

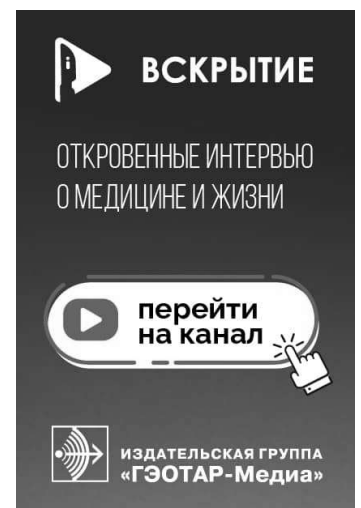
ОТПРАВИТЬ СТАТЬЮ
([HTTPS://WWW.VOPROSY-PITANIYA.RU/RU/PAGES/PUBLIC-SSR=590134659F22FFFFFFF274D1F](https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/pages/public-SSR=590134659F22FFFFFFF274D1F))

Купить номер
(<https://medknigaservis.ru/product-category/zhurnaly/voprosy-pitaniya/>)

Оформить подписку
(https://www.akc.ru/itm/voprosy_i-pitaniy_a/)



(<https://www.rosmedobr.ru/rosmedc>)



(https://www.youtube.com/playlist?list=PL_1JRysEtNl65WkdJ72-dvpySUzOQJSmi)

Жирная кислота / Fatty acid	Кобылье молоко / Mare's milk [7]	Коровье молоко / Cow's milk [7]
Масляная / Butyric	–	3,3
Капроновая / Caproic	Следы	1,6
Каприловая / Caprylic	1,8	1,3
Каприновая / Capric	5,1	3,0
Лауриновая / Lauric	6,2	3,6
Миристиновая / Myristic	5,7	9,5
Пальмитиновая / Palmitic	23,8	26,3
Стеариновая / Stearic	2,3	14,6
Пальмитолеиновая / Palmitoleic	7,8	2,3
Олеиновая / Oleic	20,9	29,8
Линолевая / Linoleic	14,9	2,4
Линоленовая / Linolenic	12,6	0,8

Соотношение ненасыщенных к насыщенным жирным кислотам в липидной фазе кобыльего молока составляет примерно 1,3 по сравнению с 0,45 в молоке коров [2, 9]. Белки кобыльего молока сбалансированы по незаменимым аминокислотам, что обуславливает его высокую биологическую ценность, а усвояемость белков выше, чем у коровьего молока, за счет преобладания сывороточных белков [2]. Таким образом, количество и состав сывороточных белков в молоке кобыл делают его более подходящим для питания и пищеварения человека [10]. Кроме того, концентрация витамина С в кобыльем молоке в 4-8 раз выше, чем в коровьем [11]. Благодаря своей пищевой ценности и разнообразию содержащихся в нем веществ кобылье молоко может стать конкурентоспособным продуктом в сравнении с молоком других видов сельскохозяйственных животных [3, 9]. Показана технологическая пригодность кобыльего молока для производства кисломолочных продуктов [12]. В результате добавления казеината натрия, пектина, треонина улучшаются реологические свойства кисломолочного продукта на основе этого молока.

Единственный доступный на рынке кисломолочный продукт из кобыльего молока - это кумыс. Для расширения ассортимента продуктов с полезными свойствами целесообразно разрабатывать кисломолочные продукты на основе кобыльего молока. Закваски для кисломолочных продуктов, содержащие в своем составе молочнокислые бактерии, являются функционально необходимым компонентом для процесса сквашивания. Полезные свойства молочнокислых бактерий зависят от метаболитов, образующихся в процессе сквашивания [13]. Молочнокислые микроорганизмы закваски для йогурта - *S. thermophilus* и *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* - продуцируют β-галактозидазу в процессе утилизации лактозы и потенциально могут улучшить переваривание лактозы в кишечнике *in vivo* [14, 15]. Кроме того, регулярное потребление йогурта снижает риск развития метаболического синдрома [16], рака мочевого пузыря [17], сердечно-сосудистых заболеваний [18], колоректального рака [19]. Положительное влияние йогурта на переваривание лактозы у людей с лактазной недостаточностью в настоящее время широко признано [20, 21].

В качестве пробиотических культур при производстве кисломолочных продуктов используют *L. acidophilus*, бифидобактерии, пропионовокислые бактерии, *L. rhamnosus*, *L. casei* и др. Чтобы принести пользу здоровью, пробиотические бактерии должны поступать в кишечник в количестве не менее 10^6 - 10^7 КОЕ/г продукта [22]. Также следует учитывать штаммовую специфичность пробиотических свойств, т.е. выявленные свойства одного штамма не могут быть отнесены ко всем штаммам данного вида.

Штамм *L. rhamnosus* F обладает выраженной антимикробной активностью против *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* и *Salmonella typhimurium* [23], а также к *Klebsiella pneumoniae* [24]. Он характеризуется природной устойчивостью к таким антибактериальным препаратам, как оксациллин, пefлоксацин, тетрациклин, азитромицин, линкомицин, фосфомицин, проявляет промежуточную устойчивость к канамицину, неомицину, бензилпенициллину, левофлоксацину и левомицетину [25]. Пробиотический штамм *L. rhamnosus* F при сквашивании коровьего молока способен высвобождать биоактивные пептиды, обладающие антиоксидантными и гипотензивными свойствами [26]. Такие свойства этого штамма позволяют использовать его в разработке кисломолочных продуктов для улучшения здоровья человека.

Учитывая уникальный состав и диетические свойства кобыльего молока, представляет интерес разработка новых кисломолочных продуктов на его основе, а использование *L. rhamnosus* F в составе закваски позволит добавить кисломолочному продукту ряд функциональных свойств.

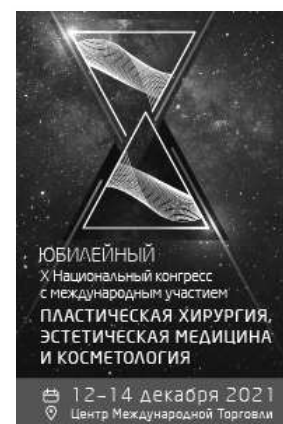
Цель данного исследования - разработка кисломолочного продукта на основе кобыльего молока с использованием закваски для йогурта, состоящей из ассоциации культур *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* с добавлением пробиотической культуры *L. rhamnosus* F.

Материал и методы



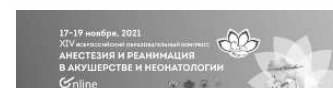
(https://5mcc.vshouz.ru/?utm_source=geotar.ru&utm_medium

МЕДИЦИНА СЕГОДНЯ



Конгресс "Пластическая хирургия, эстетическая медицина и косметология"
(https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/conf_news/272.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e!4d1f).

Москва, Центр Международной Торговли, (Краснопресненская наб., 12.) Национальный Конгресс "Пластическая хирургия, эстетическая медицина и косметология" - грандиозное мероприятие, которое объединяет врачей разных специальностей, исследователей и ученых, так или иначе...



Анестезия и реанимация в акушерстве и неонатологии.
(https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/conf_news/270.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e!4d1f).

XI V Всероссийский образовательный конгресс Анестезия и реанимация в акушерстве и неонатологии 17-19 ноября 2021 года в формате онлайн состоится XI V Всероссийский образовательный конгресс "Анестезия и реанимация в акушерстве и неонатологии" – крупнейшее авторитетное...

Для разработки кисломолочного продукта на основе кобыльего молока выбраны закваска для йогурта СТБп (*S. thermophilus* и *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*) и пробиотическая культура *L. rhamnosus* F (GenBank MN994629) из коллекции молочнокислых и пробиотических микроорганизмов Центральной лаборатории микробиологии ФГАНУ "ВНИМИ".

В качестве основы для кисломолочного продукта использовали молоко кобылье с добавлением сухого кобыльего или сухого коровьего молока. Молоко кобылье с добавлением кобыльего сухого (основа для сквашивания № 1) или молоко кобылье с добавлением коровьего сухого молока (основа для сквашивания № 2) предварительно пастеризовали при температуре 65 ± 1 °C с выдержкой 30 мин и охлаждали до температуры заквашивания (37 ± 1 °C).

При разработке кисломолочного продукта на основе кобыльего молока изучали активность кислотообразования при сквашивании продукта, продолжительность сквашивания и динамику изменения количества молочнокислых бактерий и пробиотического штамма *L. rhamnosus* F в процессе сквашивания в зависимости от соотношения культур в закваске, дозы вносимой закваски и основы для сквашивания. Антимикробную активность продукта определяли методом луночной диффузии в агар. Тестируемые штаммы *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538, *S. typhimurium* ATCC 14028 культивировали при температуре 37 ± 1 °C в течение 24 ч на скошенном питательном агаре (НПЦ "Биокомпас-С", РФ), затем готовили суспензию клеток, которую в количестве 1% вносили в регенерированный питательный агар (НПЦ "Биокомпас-С", Россия) при 45 ± 2 °C, тщательно перемешивали и разливали в стерильные чашки Петри так, чтобы высота слоя питательной среды составляла 5 мм. После застывания питательной среды делали лунки стеклянной трубкой диаметром 5 мм, в которые вносили 50 мкл кисломолочного продукта. Чашки выдерживали при комнатной температуре в течение 3 ч, затем термостатировали при 37 ± 1 °C в течение 24 ч.

Определение титруемой кислотности проводили по ГОСТ 3624-92 "Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности" и ГОСТ 31976-12 "Йогурты и продукты йогуртные. Потенциометрический метод определения титруемой кислотности". Определение активной кислотности проводили потенциометрическим методом в соответствии с ГОСТ 32892-14 "Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности" с использованием лабораторного рН-метра InoLab pH Level 1, оснащенного комбинированным рН-электродом Sen Tix 61 (WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Германия). Активность кислотообразования определяли с использованием биореакторов для параллельного культивирования (DASGIP, Германия). Количество клеток молочнокислых бактерий и *L. rhamnosus* F определяли по ГОСТ 33951-16 "Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов".

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по результатам 3-5 повторностей, построение графиков, диаграмм - с использованием пакета Statistica 10.0 и Microsoft Office 2010.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования кислотообразующей активности *L. rhamnosus* F представлены на рис. 1.

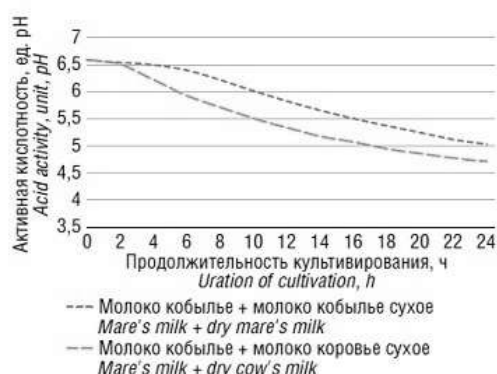


Рис. 1. Динамика изменения кислотообразующей активности *L. rhamnosus* F на различных основах для сквашивания

Fig. 1. Dynamics of the acid-forming activity of *L. rhamnosus* F on various bases for fermentation

Установлено, что культура *L. rhamnosus* F не обладает высоким технологическим потенциалом в области ведения микробиологического процесса сквашивания при производстве кисломолочных продуктов на основе кобыльего молока. Так, при сквашивании основы № 1 *L. rhamnosus* F активная кислотность через 24 ч снижалась только до значения $5,03 \pm 0,02$ ед. рН, а при сквашивании основы № 2 активность кислотообразования была выше: через 12 ч значение активной кислотности составило



Гинекологическая эндокринология в возрастном аспекте. (https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/conf_news/269.html?SSr=590134659f22ffffff27c_07e4d1f)

Российский научно-практический конгресс Гинекологическая эндокринология в возрастном аспекте: проблемы и решения 11-13 ноября 2021 года в формате онлайн состоится Российский научно-практический конгресс "Гинекологическая эндокринология в возрастном аспекте: проблемы и...

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
(<http://www.geotar.ru>)

Консультант врача
Электронная медицинская библиотека
(<http://www.rosmedlib.ru>)

ЭЛЕКТРОННЫЙ
ЛЕКАРСТВЕННЫЙ
СПРАВОЧНИК ГЭОТАР
(http://www.lsgeotar.ru?XFrom=journal_diet)

ВЫСШАЯ ШКОЛА
ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ
ЗДРАВООХРАНИЕМ
(http://vshouz.ru?XFrom=journal_diet)

5,34±0,03 ед. рН, а через 24 ч - 4,72±0,01 ед. рН. Использование этого пробиотического штамма целесообразно при сочетании с другими заквасочными культурами, которые обладают более высокой кислотообразующей активностью.

В связи с этим для разработки технологии кисломолочного продукта на основе кобыльего молока было предложено применение комбинированной закваски (ассоциации), а именно закваски для йогурта и *L. rhamnosus* F.

На рис. 2 представлены данные по активности кислотообразования закваски для йогурта на различных основах для сквашивания.

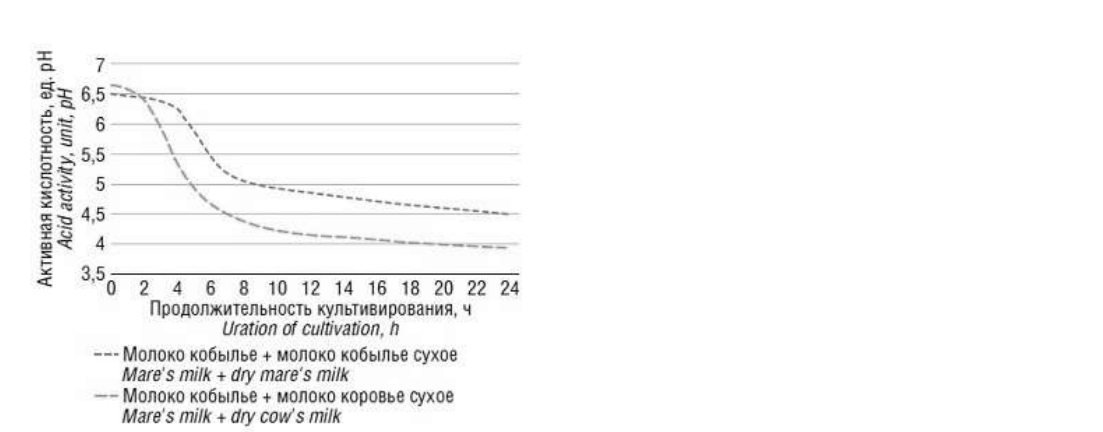


Рис. 2. Динамика активности кислотообразования закваски для йогурта (*S. thermophilus* и *L. bulgaricus*) на различных основах для сквашивания

Fig. 2. Dynamics of the activity of acid formation of sourdough for yogurt (*S. thermophilus* and *L. bulgaricus*) on various bases for fermentation

Кислотообразующая активность закваски для йогурта (*S. thermophilus* и *L. bulgaricus*) менялась в зависимости от основы для сквашивания. При сквашивании кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока активность кислотообразования была выше. Так, через 6 ч культивирования закваски для йогурта значение рН составило 4,67±0,02. В случае сквашивания кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока активная кислотность при культивировании закваски для йогурта достигала значения 4,66±0,02 ед. рН через 18 ч культивирования.

На основании полученных данных по кислотообразующей активности для дальнейших исследований использовали ассоциации, в составе которых закваска для йогурта (*S. thermophilus* и *L. bulgaricus*) составляла 1 часть, а пробиотический штамм *L. rhamnosus* F - 2, 4 и 6 частей. Количество вносимой закваски (ассоциации) варьировало и составило 5 и 7%, сквашивание проводили при температуре 37±1 °С.

Результаты исследований по динамике активной кислотности в процессе сквашивания различных основ при варьировании дозы закваски и соотношении культур в ней представлены на рис. 3.

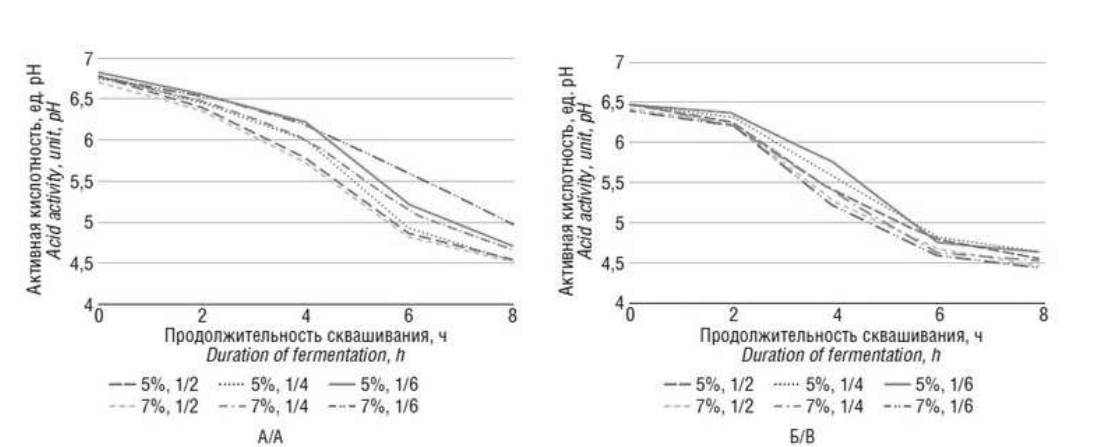


Рис. 3. Влияние количества закваски и соотношения штаммов в ней на изменение активной кислотности при сквашивании: кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока (А); кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока (Б)

Fig. 3. The effect of the amount of starter culture and the ratio of strains in it on the change in active acidity during fermentation: A - mare's milk with the addition of dry mare's milk; B - mare's milk with the addition of dry cow's milk

Как видно из представленных данных (рис. 3А), при внесении 5 и 7% ассоциации с соотношением культур 1/2 и 1/4 через 8 ч сквашивания кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока активная кислотность (рН) находилась в диапазоне 4,53-5,67 ед. рН. Однако при внесении того же количества ассоциации в соотношении 1/6 через 8 ч активная кислотность составляла 4,71-4,98 ед. рН. При сквашивании кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока во всех образцах через 6 ч сквашивания значение рН варьировало в диапазоне 4,6-4,83, а через 8 ч составляло 4,44-4,65 ед. рН (рис. 3Б). Таким образом, добавление сухого коровьего молока увеличивало активность кислотообразования, а продолжительность сквашивания сократилась на 2 ч.

Кроме определения динамики рН, проведено исследование изменения титруемой кислотности образцов в процессе сквашивания кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока и кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока при различных дозах инокулята и соотношении штаммов. Данные представлены на рис. 4.

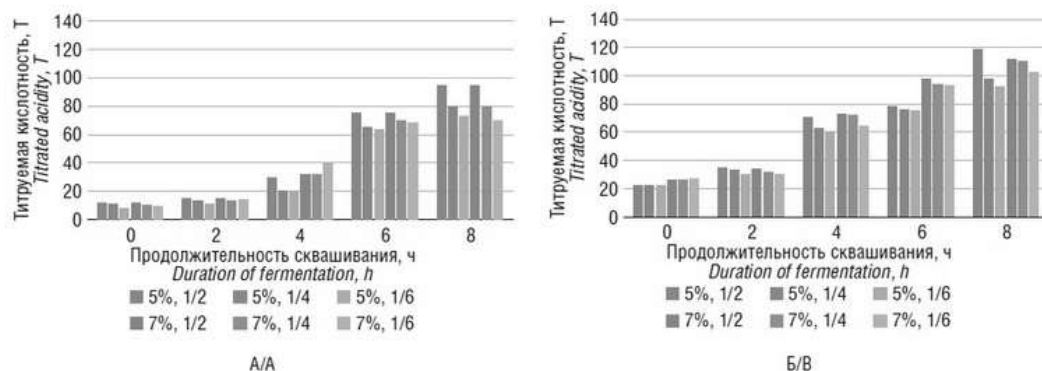
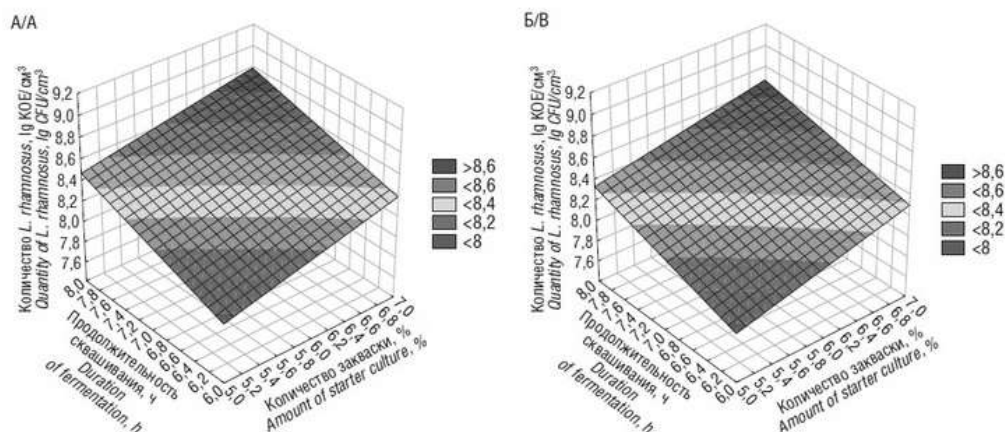


Рис. 4. Изменение титруемой кислотности при различном количестве ассоциации и соотношениях культур в ней в процессе сквашивания: кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока (А); кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока (Б)

Fig. 4. Changes in titrated acidity under different amounts of association and its culture ratios during fermentation: A - mare's milk with the addition of dry mare's milk; B - mare's milk with the addition of dry cow's milk

В процессе сквашивания происходило нарастание титруемой кислотности, которое зависит от основы для сквашивания, количества вносимой закваски (ассоциации), а также от соотношения штаммов в ней. Чем больше в комбинированной закваске *L. rhamnosus* F, тем меньше скорость увеличения титруемой кислотности, т.е. менее интенсивно снижалось содержание лактозы в продукте.

Также в процессе сквашивания определяли количество клеток *S. thermophilus* и *L. bulgaricus*, входящих в состав закваски для йогурта, и пробиотического штамма *L. rhamnosus* F в зависимости от количества закваски (ассоциации), продолжительности сквашивания, соотношения закваски для йогурта и *L. rhamnosus* F, основы для сквашивания. Данные по изменению количества клеток *L. rhamnosus* F в процессе сквашивания представлены на рис. 5, 6.



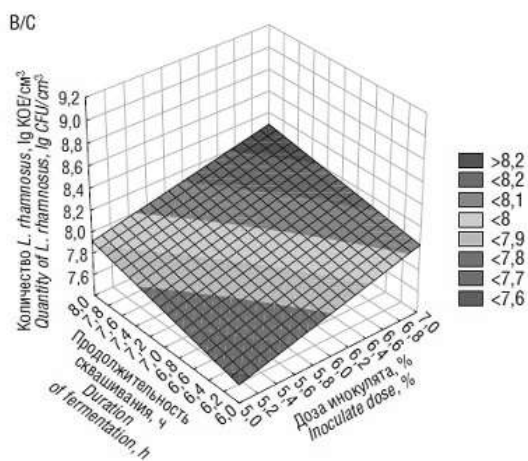


Рис. 5. Количество клеток *L. rhamnosus* F при сквашивании кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока при различном соотношении культур в ассоциации

A - 1 часть закваски для йогурта и 6 частей *L. rhamnosus* F (1/6); Б - 1 часть закваски для йогурта и 4 части *L. rhamnosus* F (1/4); В - 1 часть закваски для йогурта и 2 части *L. rhamnosus* F (1/2).

Fig. 5. Number of cells of *L. rhamnosus* F when fermenting mare's milk with the addition of dry mare's milk at different ratio of cultures in the association

A - 1 part of starter cultures for yogurt and 6 parts of *L. rhamnosus* F (1/6); Б - 1 part of starter cultures for yogurt and 4 parts of *L. rhamnosus* F (1/4); C - 1 part of starter culture for yogurt and 2 parts of *L. rhamnosus* F (1/2).

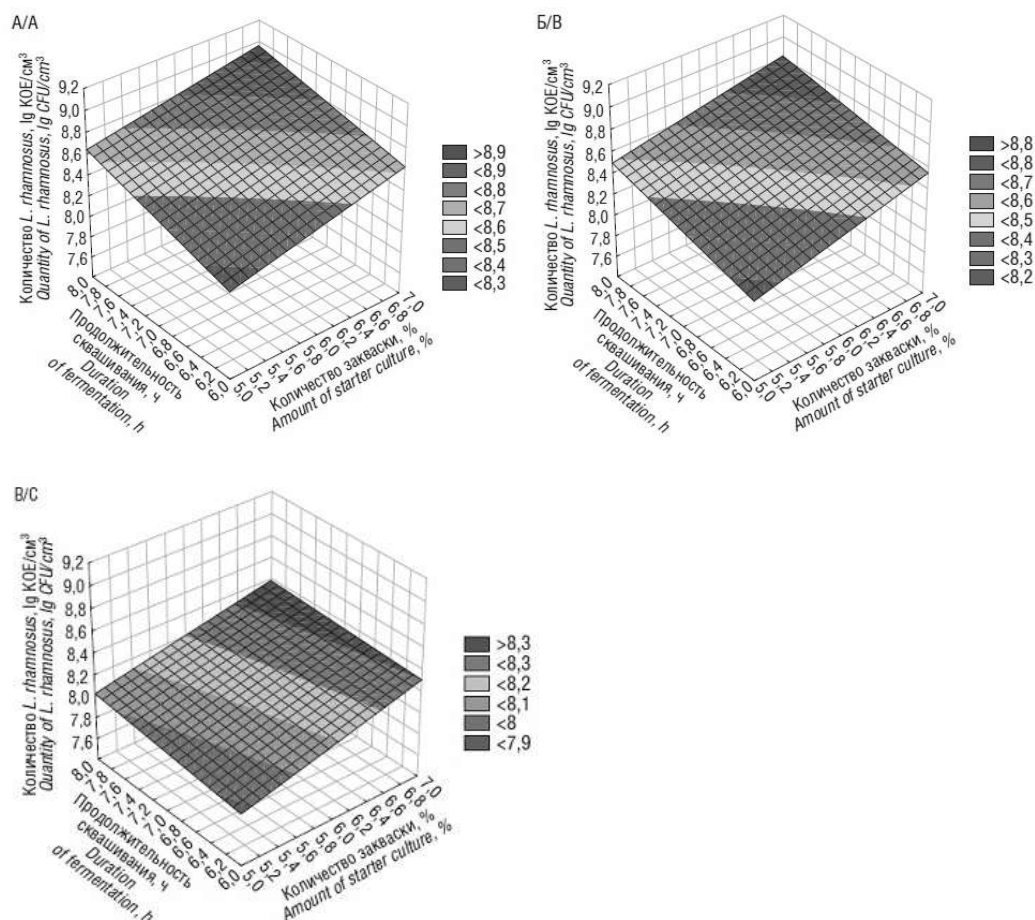


Рис. 6. Количество клеток *L. rhamnosus* F при сквашивании кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока при различном соотношении культур в ассоциации

A - 1 часть закваски для йогурта и 6 частей *L. rhamnosus* F (1/6); Б - 1 часть закваски для йогурта и 4 части *L. rhamnosus* F (1/4); В - 1 часть закваски для йогурта и 2 части *L. rhamnosus* F (1/2).

Fig. 6. Number of cells of *L. rhamnosus* F when fermenting mare's milk with the addition of dried cow's milk at different ratio of cultures in the association

A - 1 part of starter cultures for yogurt and 6 parts of *L. rhamnosus* F (1/6); B - 1 part of starter cultures for yogurt and 4 parts of *L. rhamnosus* F (1/4); C - 1 part of starter culture for yogurt and 2 parts of *L. rhamnosus* F (1/2).

При соотношении культур 1/4 и 1/6 количество клеток *L. rhamnosus* F в процессе сквашивания молока кобыльего с добавлением сухого кобыльего молока увеличивалось по сравнению с соотношением 1/2. Так, при внесении 5% закваски с соотношением штаммов 1/2 количество клеток *L. rhamnosus* F через 8 ч сквашивания достигало 9×10^7 КОЕ/см³, а при соотношении штаммов 1/6 - 3×10^8 КОЕ/см³. При сквашивании кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока наибольшее количество пробиотической культуры *L. rhamnosus* F содержалось в продукте при внесении 7% ассоциации с соотношением культур 1/4 и 1/6 через 8 ч сквашивания и составило 7×10^8 КОЕ/см³.

Та же тенденция прослеживалась при сквашивании молока кобыльего с добавлением сухого коровьего молока. При использовании для сквашивания закваски в количестве 5% с соотношением штаммов 1/2 количество клеток *L. rhamnosus* F через 8 ч сквашивания достигало $1,2 \times 10^8$ КОЕ/см³, а при соотношении штаммов 1/6 - $4,2 \times 10^8$ КОЕ/см³. Наибольшее количество клеток *L. rhamnosus* F при сквашивании кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока содержалось в кисломолочном продукте через 8 ч при внесении 7% закваски (ассоциации) с соотношением культур 1/6 ($9,5 \times 10^8$ КОЕ/см³).

Анализ полученных данных по накоплению клеток *L. rhamnosus* F в процессе сквашивания кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока и кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока показал, что статистически значимых ($p < 0,05$) различий между выборками не было. При внесении 7% закваски с соотношением культур 1/6 через 8 ч сквашивания количество клеток *L. rhamnosus* F варьировало незначительно и составляло 7×10^8 КОЕ/см³ при сквашивании кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока и $9,5 \times 10^8$ КОЕ/см³ при сквашивании кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока. Полученные результаты показывают, что для технологии кисломолочного продукта в качестве основы для сквашивания может быть использовано кобылье молоко с добавлением сухого кобыльего или сухого коровьего молока.

На рис. 7 представлены результаты исследований по содержанию клеток *S. thermophilus* + *L. bulgaricus*, входящих в состав закваски для йогурта, в кисломолочном продукте в зависимости от количества закваски (ассоциации) с соотношением 1/6 (1 часть закваски для йогурта и 6 частей *L. rhamnosus* F), продолжительности сквашивания и основы для сквашивания.

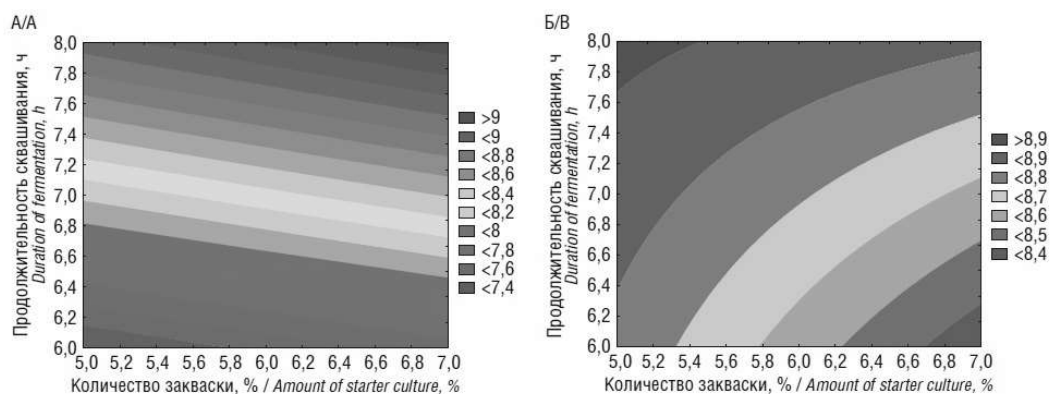


Рис. 7. Количество клеток закваски для йогурта (*S. thermophilus* + *L. bulgaricus*) в кисломолочном продукте в зависимости от основы для сквашивания

A - молоко кобылье с добавлением сухого кобыльего молока; Б - молоко кобылье с добавлением сухого коровьего молока.

Fig. 7. The amount of yogurt sourdough cells (*S. thermophilus* + *L. bulgaricus*) in a fermented milk product, depending on the basis for fermentation A - mare's milk with the addition of dry mare's milk; B - mare's milk with the addition of dry cow's milk.

Содержание клеток (*S. thermophilus* + *L. bulgaricus*) при внесении 5% закваски (ассоциации) с соотношением культур 1/6 при использовании кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока уже через 6 ч сквашивания составило 6×10^8 КОЕ/см³, а при сквашивании кобыльего молока с

добавлением сухого кобыльего молока - $2,5 \times 10^7$ КОЕ/см³. Независимо от количества внесенной закваски через 8 ч сквашивания кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока или сухого коровьего молока количество клеток (*S. thermophilus* + *L. bulgaricus*) составило 7×10^8 КОЕ/см³.

По совокупности полученных данных были разработаны технологические параметры сквашивания кисломолочного продукта на основе кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего и сухого коровьего молока с использованием пробиотического штамма *L. rhamnosus* F и закваски для йогурта: температура сквашивания - 37 ± 1 °C, количество закваски - 7%, соотношение культур в закваске - 1 часть закваски для йогурта и 6 частей *L. rhamnosus* F (1/6). Продолжительность сквашивания кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока составляет 8 ч, при этом количество *L. rhamnosus* F достигает 7×10^8 КОЕ/см³, а количество микроорганизмов закваски для йогурта - 7×10^8 КОЕ/см³. Продолжительность сквашивания кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока составляет 6 ч, при этом количество *L. rhamnosus* F достигает $4,2 \times 10^8$ КОЕ/см³, а количество микроорганизмов закваски для йогурта - 6×10^8 КОЕ/см³.

Антимикробная активность - одно из важных свойств пробиотических микроорганизмов, используемых при создании кисломолочных продуктов, что позволяет их использовать в разработке функциональных продуктов для улучшения здоровья человека, в связи с этим была определена антимикробная активность разработанного кисломолочного продукта на основе кобыльего молока по отношению к трем условно-патогенным и патогенным микроорганизмам. Данные по антимикробной активности представлены в табл. 2.

Таблица 2. Антимикробная активность разработанного кисломолочного продукта

Table 2. Antimicrobial activity of the developed fermented milk product

Продукт Product	Диаметр зоны ингибирования роста тест-культуры, мм Diameter of the growth inhibition zone of the test culture, mm		
	<i>S. aureus</i> ATCC 6538	<i>E. coli</i> ATCC 25922	<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028
Кисломолочный продукт на основе кобыльего молока с добавлением сухого кобыльего молока Fermented milk product on the basis of mare's milk with the addition of dry mare's milk	12,5±0,5	14,0±0,5	12,5±0,5
Кисломолочный продукт на основе кобыльего молока с добавлением сухого коровьего молока Fermented milk product on the basis of mare's milk with the addition of dry cow's milk	13,0±0,5	15,0±0,5	13,0±0,5

В результате проведенных исследований установлено, что разработанный кисломолочный продукт на основе кобыльего молока обладает антимикробной активностью, которая незначительно варьирует в зависимости от выбранных условно-патогенных штаммов.

Заключение

В последние годы заметно вырос интерес к использованию кобыльего молока в технологиях пищевых продуктов для диетического лечебного и профилактического питания, что связано с его составом. Разработка новых кисломолочных продуктов на основе кобыльего молока представляет несомненный интерес для увеличения ассортимента продуктов с полезными свойствами, а использование пробиотических культур в составе закваски позволит добавить продукту ряд функциональных свойств.

Учитывая низкую кислотообразующую активность пробиотического штамма *L. rhamnosus* F при сквашивании кобыльего молока, для разработки технологии кисломолочного продукта на основе кобыльего молока предложено применение комбинированной закваски (ассоциации), а именно закваски для йогурта и *L. rhamnosus* F.

В результате проведенных исследований разработана технология кисломолочного продукта на основе кобыльего молока: количество закваски (ассоциации) - 7%, соотношение культур - 1 часть закваски для йогурта и 6 частей *L. rhamnosus* F (1/6), температура сквашивания - 37 ± 1 °C, продолжительность сквашивания - 6 ч при добавлении сухого коровьего молока и 8 ч при добавлении сухого кобыльего молока. Количество молочнокислых бактерий в продукте - не менее 1×10^7 КОЕ/см³ и содержание пробиотического штамма *L. rhamnosus* F не ниже 10^6 КОЕ/см³.

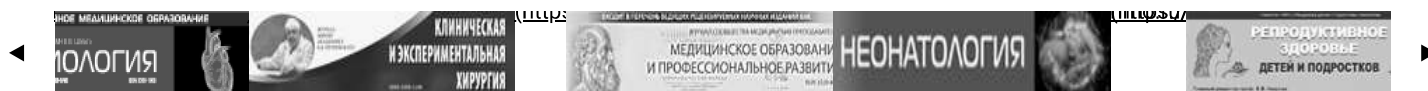
Разработанный кисломолочный продукт обладает пробиотическими свойствами, а именно антимикробной активностью по отношению к условно-патогенным и патогенным микроорганизмам: *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028.

Литература

1. Fotschki J., Szyc A.M., Laparra J.M., Markiewicz L.H., Wroblewska B. Immune-modulating properties of horse milk administered to mice sensitized to cow milk // J. Dairy Sci. 2016. Vol. 99, N 12. P. 9395-9404. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11499> (<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11499>).
2. Mazhitova A.T., Kulmyrzaev A.A. Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season // J. Dairy Sci. 2016. Vol. 99, N 4. P. 2480-2487. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9717> (<https://doi.org/10.3168/jds.2015-9717>).
3. Синявский Ю.А., Сарсембаев Х.С. Разработка и экспериментальная оценка эффективности нового специализированного пищевого продукта на основе сухого кобыльего молока при физической нагрузке // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 6. С. 91-103. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10082> (<https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10082>).
4. Jastrzębska E., Wadas E., Daszkiewicz T., Pietrzak-Fiećko R. Nutritional value and health-promoting properties of mare's milk - a review // Czech J. Anim. Sci. 2017. Vol. 62, N 12. P. 511-518. DOI: <https://doi.org/10.17221/61/2016-CJAS> (<https://doi.org/10.17221/61/2016-CJAS>).
5. Твердохлеб Г.В., Раманаускас Р.И. Химия и физика молока и молочных продуктов. Москва : ДеЛи принт, 2006. 360 с.
6. Markiewicz-Kęszycka M., Wójtowski J., Czyżak-Runowska G., Kuczyńska B., Puppel K., Krzyżewski J. et al. Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and β -carotene in late lactation mares' milk // Int. Dairy J. 2014. Vol. 38. P. 31-36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.04.003> (<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.04.003>).
7. Синявский Ю.А., Якунин А.В., Торгаутов А.С., Бердыгалиев А.Б. Сравнительная оценка жирнокислотного состава, индексов атерогенности и тромбогенности молока различных видов сельскохозяйственных животных // Проблемы современной науки и образования. 2016. № 7 (49). С. 180-186.
8. Mazhitova A.T., Kulmyrzaev A.A., Ozbekova Z.E., Bodoshev A. Amino acid and fatty acid profile of the mare's milk produced on suusamyр pastures of the Kyrgyz Republic during lactation period // Procedia Soc. Behav. Sci. 2015. Vol. 195. P. 2683-2688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.479>
9. Salimei E., Park Y.W. Mare Milk. Handbook of milk of non-bovine mammals. Hoboken, NJ : Wiley; Blackwell, 2017. P. 369-375.
10. Potočník K., Gantner V., Kuterovac K., Cividini A. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species // Mljekarstvo. 2011. Vol. 61, N 2. P. 107-113.
11. Di Cagno R., Tamborrino A., Gallo G., Leone C., De Angelis M., Faccia M. et al. Uses of mares' milk in manufacture of fermented milks // Int. Dairy J. 2004. Vol. 14, N 9. P. 767-775. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.02.005> (<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.02.005>).
12. Plaza-Diaz J., Ruiz-Ojeda F.J., Gil-Campos M., Gil A. Mechanisms of action of probiotics // Adv. Nutr. 2019. Vol. 10, suppl. 1. P. S49-S66. DOI: <https://doi.org/10.1093/advances/nmy063> (<https://doi.org/10.1093/advances/nmy063>).
13. Levri K.M., Ketvertis K., Deramo M. et al. Do probiotics reduce adult lactose intolerance? A systematic review // J. Fam. Pract. 2005. Vol. 54. P. 613-620.
14. Oak S.J., Jha R. The effects of probiotics in lactose intolerance: a systematic review // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2019. Vol. 59, N 11. P. 1675-1683. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1425977> (<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1425977>).
15. Babio N., Becerra-Tomas N., Martinez-Gonzalez M.A. et al. Consumption of yogurt, low-fat milk, and other low-fat dairy products is associated with lower risk of metabolic syndrome incidence in an elderly Mediterranean population // J. Nutr. 2015. Vol. 145. P. 2308-2316. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.115.214593> (<https://doi.org/10.3945/jn.115.214593>).
16. Larsson S.C., Andersson S., Johansson J.E. et al. Cultured milk, yogurt, and dairy intake in relation to bladder cancer risk in a prospective study of Swedish women and men // Am. J. Clin. Nutr. 2008. Vol. 88. P. 1083-1087. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.4.1083> (<https://doi.org/10.1093/ajcn/88.4.1083>).
17. Sonestedt E., Wirfält E., Wallström P. et al. Dairy products and its association with incidence of cardiovascular disease: the Malmö Diet and Cancer Cohort // Eur. J. Epidemiol. 2011. Vol. 26. P. 609-618. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10654-011-9589-y> (<https://doi.org/10.1007/s10654-011-9589-y>).

18. Pala V., Sieri S., Berrino F. et al. Yogurt consumption and risk of colorectal cancer in the Italian European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Cohort // Int. J. Cancer. 2011. Vol. 129. P. 2712-2719. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijc.26193> (<https://doi.org/10.1002/ijc.26193>).
19. Rosado J.L., Solomons N.W., Allen L.H. Lactose digestion from unmodified, low-fat and lactose-hydrolyzed yogurt in adult lactose maldigesters // Eur. J. Clin. Nutr. 1992. Vol. 46. P. 61-67.
20. Savaiano D.A., AbouElAnouar A., Smith D.E., Levitt M.D. Lactose malabsorption from yogurt, pasteurized yogurt, sweet acidophilus milk, and cultured milk in lactase-deficient individuals // Am. J. Clin. Nutr. 1984. Vol. 40. P. 1219-1223. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/40.6.1219> (<https://doi.org/10.1093/ajcn/40.6.1219>).
21. Adolfsson O., Meydani S.N., Russell R.M. Yogurt and gut function // Am. J. Clin. Nutr. 2004. Vol. 80, N 2. P. 245-256. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.2.245> (<https://doi.org/10.1093/ajcn/80.2.245>).
22. Krasaekoopt W., Bhandari B., Deeth H. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt // Int. Dairy J. 2003. Vol. 13, N 1. P. 3-13. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00155-3](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00155-3) ([https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00155-3](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00155-3)).
23. Бегунова А.В., Рожкова И.В., Крысанова Ю.И., Ширшова Т.И. Антимикробные свойства Lactobacillus в кисломолочных продуктах // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 22-23. DOI: <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-06-22-23> (<https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-06-22-23>).
24. Fedorova T.V., Vasina D.V., Begunova A.V., Rozhkova I.V., Raskoshnaya T.A., Gabrielyan N.I. Antagonistic activity of lactic acid bacteria Lactobacillus spp. against clinical isolates of Klebsiella pneumoniae // Appl. Biochem. Microbiol. 2018. Vol. 54. P. 277-287. DOI: <https://doi.org/10.1134/s0003683818030043> (<https://doi.org/10.1134/s0003683818030043>).
25. Бегунова А.В., Рожкова И.В. Антибиотикорезистентность молочнокислых бактерий с пробиотическими свойствами // Молочная промышленность. 2020. № 9. С. 48-50. DOI: <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-09-48-49> (<https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-09-48-49>).
26. Begunova A.V., Savinova O.S., Glazunova O.A., Moiseenko K.V., Rozhkova I.V., Fedorova T.V. Development of Antioxidant and antihypertensive properties during growth of Lactobacillus helveticus, Lactobacillus rhamnosus and Lactobacillus reuteri on cow's milk: fermentation and peptidomics study // Foods. 2020. Vol. 10, N 1. P. 17. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10010017> (<https://doi.org/10.3390/foods10010017>).

ЖУРНАЛЫ «ГЭОТАР-МЕДИА»



Журнал основан в 1932 г.

Периодичность: 6 номеров в год.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации от 25.12.2020:

ПИ № ФС77-79884

Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа": 115035, г.

Москва, Садовническая ул., д. 11/12 (метро Новокузнецкая).

Телефон: (495) 921-39-07

www.geotar.ru

(<http://www.geotar.ru/pages/index.html>).