

ПОЛУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ И СОЕВЫХ БЕЛКОВ, ОБОГАЩЕННЫХ МОЛОЧНОКИСЛЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ И ИХ МЕТОБОЛИТАМИ

Н.Л. Танькова, кандидат технических наук

Е.Л. Исакова, кандидат технических наук

В.А. Асафов, кандидат технических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности

E-mail: n_tankova@vniimi.org

Ключевые слова: молочнокислые бактерии (МКБ), концентрированная многокомпонентная система (КМС), условия культивирования, ферментация, заменитель цельного молока (ЗЦМ).

Реферат. Представлены данные кинетической зависимости роста и кислотообразующей активности молочнокислых бактерий от концентрации многокомпонентных систем. Установлено, что на исследуемых многокомпонентных системах с массовой долей сухих веществ 40 % при переходе в фазу экспоненциального роста динамика размножения МКБ и скорость снижения значений активной кислотности возрастают, через 22 – 24 ч культивирования титр МКБ соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к ферментированному ЗЦМ. Полученные данные позволяют предположить целесообразность использования молочнокислых культур для биотехнологической обработки КМС с целью получения ферментированного заменителя цельного молока с улучшенными гигиеническими качествами, устойчивого к хранению за счет обогащения молочнокислыми культурами и их метаболитами.

OBTAINING OF CONCENTRATED MULTICOMPONENT SYSTEMS BASED ON WHEY AND SOY PROTEINS ENRICHED WITH LACTIC ACID MICROORGANISMS AND THEIR METABOLITES

N.L. Tankova, Ph.D. in Technical Science

E.L. Isakova, Ph.D. in Technical Science

V.A. Asafov, Ph.D. in Technical Science

All-Russian Research Institute of the Dairy Industry

Key words: lactic acid bacteria (LAB), concentrated poly-component system (CMS), cultivation conditions, fermentation, calf milk replacer (CMR).

Abstract. The authors presented data on the kinetic dependence of the growth and acid-forming activity of lactic acid bacteria on the concentration of multicomponent systems. The authors also found that in the multicomponent systems studied, with a mass fraction of solids of 40%, the dynamics of lactic acid bacteria LAB multiplication and the rate of reduction of active acidity values increased after 22 to 24 hours of cultivation during the transition to the exponential growth phase. The titer of the lactic acid bacteria LAB meets the regulatory requirements for fermented calf milk replacer (CMR). The data obtained suggest the feasibility of using lactic acid cultures for biotechnological treatment of CMCs. The authors investigated the feasibility of these in order to create a fermented calf milk replacer with improved hygiene and storage stability through enrichment with lactic acid cultures and their metabolites.

Для гигиенической безопасности, устойчивости к хранению, улучшения вкусовых качеств пищевых продуктов и кормов используются молочнокислые бактерии, которые снижают риск их порчи, развития патогенных микроорганизмов, продуцируя органические кислоты, перекись водорода, диацетил, антифунгальные компоненты, а также бактериоцины [1–4]. Эффективность действия МКБ определяется не только качественными показателями продуктов и кормов, лактобактерии результативно воздействуют на организм человека и животных. Итог воздействия зависит и от их способности образовывать указанные выше соединения и от адгезивной активности, способности бактерий прикрепляться к эпителию кишечника в результате взаимодействия бактериальных адгезинов с рецепторами на клетках тканей организма. Адгезин молочнокислых бактерий представляет собой комплексную структуру, состоящую из белка и полисахаридов.

При подборе штаммов особое внимание уделяют их антагонистической активности по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре, что позволяет не только способствовать восстановлению полезной флоры, но и подавлять нежелательную микрофлору, а также обеспечить хранимостепособность продукта. У представителей всех видов лактобактерий отмечена способность подавлять другие микроорганизмы, однако активность лактобацилл выше, чем лактококков. Бактерицидное действие лактобацилл на микрофлору зависит от условий обитания и в основном определяется свойствами отдельных штаммов.

Активность воздействия на нежелательную микрофлору можно усилить путем использования сочетающихся композиций, состоящих из разных штаммов бифидобактерий, ацидофильных бактерий и болгарской палочки. Для роста лактобацилл наиболее благоприятны слегка подкисленные среды с начальным pH 5,4 – 6,4. Рост культур, как правило, замедляется в щелочных и нейтральных средах, а также при достижении pH 3,6 – 4,0. Физиологической особенностью лактобацилл является их кислотоустойчивость и спиртоустойчивость, они способны развиваться в питательных субстратах при высоких концентрациях этилового спирта – 18–24 % об. [5–7]. Целесообразно использование МКБ для биотехнологической обработки КМС, в том числе и разработки методов переработки нереализованной молочной и молочносодержащей продукции, структурированной по показателям пищевой ценности и безопасности, в качестве компонента КМС с целью создания рецептур ЗЦМ высокого качества. В России, по нашим данным, объем нереализованной молочной продукции достигает 5 % от поступившей в торговые сети, или до 1500 тыс. т в год. Более полное использование ресурсов пищевой промышленности позволит снизить издержки трофической цепи потребления продовольствия.

Объекты исследований – концентрированные многокомпонентные системы с массовой долей сухих веществ 40 и 50 %, культуры микроорганизмов *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* (коллекции микроорганизмов Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности (ВНИМИ, Москва, Россия)).

Определение полипептидного и аминокислотного состава проводилось по методу капиллярного электрофореза (КЭФ), ГОСТ 33428-2015 [17], массовой доли белка – методом Кьельдаля, массовой доли сухих веществ – на инфракрасном анализаторе ML-50, AnD, Япония (в анализаторе влажности реализован принцип термогравиметрического анализа, при котором производится высушивание образца с помощью галогеновой лампы и расчет процентного содержания влаги путём определения изменения массы образца). микробиологические исследования – по ГОСТ Р 51426-2016; ГОСТ 10444.11-2013 [19, 20]. В процессе работы изучали кинетические зависимости роста и кислотообразующей активности молочнокислых бактерий от концентрации многокомпонентных систем.

Ферментацию КМС проводили инокулированием закваской МКБ. Для эксперимента использовали препараты молочнокислых бактерий с нормализацией $1 \cdot 10^{10}$ КОЕ/г. В работе учитывались специфические свойства субстрата, температурные режимы производства, сочетаемость видов и штаммов для объединения отдельных культур в микробиоценозы закваски. Варьировались: массовая доля сухих веществ многокомпонентных сред (40; 50 %); инокулянты: *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. bulgaricus* и *S. thermophilus* в соотношении 1 : 4 и *L. bulgaricus* и *S. thermophilus* в соотношении 1 : 2; масса закваски (3; 5 %). Рост и обменные процессы МКБ проводили в температурном оптимуме микроорганизмов: *L. acidophilus* – 37 °С; *L. bulgaricus* и *S. thermophilus* – 42 °С.

Режимы и последовательность подготовки сырья, а также регулирование структурно-механических и функциональных свойств КМС установлены на основе аналитических и ранее проведённых нами экспериментальных исследований [21–29] по критериям инактивации антипитательных веществ, растворимости и снижения антигенной активности белков, органолептическим показателям, эффективной вязкости, получения пептидов с заданными свойствами (около 50 % белков в ферментированной фракции имеют молекулярную массу менее 10 кД). Физико-химические показатели, белковый и аминокислотный составы КМС приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели КМС

Показатель	Значение
1	2
Массовая доля сухих веществ, %	
образец 1	40
образец 2	50
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %, не более (в том числе не более 28 % содержится в белково-жировом концентрате на основе нереализованной молочной продукции при его использовании)	24,0
Активная кислотность, ед. рН среды	5,4-6,2
Массовая доля белка в пересчете на сухих веществ, %, не менее (в том числе не более 37 % содержится в белково-жировом концентрате на основе нереализованной молочной продукции при его использовании)	22,0
Распределение молекулярной массы, %	
Менее 3,5 кДа	2,9
3,5–5,0 кДа	16,1
5,0–10,0 кДа	41,0
Более 10,0 кДа	39,3
Содержание аминокислот, мг/100 г продукта	
Аргинин	1019,0
Лизин	938,3
Тирозин	722,9
Фенилаланин	865,7
Гистидин	625,8
Лейцин + изолейцин	1963,0
Метионин	360,6
Валин	584,0

Окончание табл. 1

1	2
Пролин	1065,0
Треонин	665,8
Серин	959,5
Аланин	723,0
Глицин	673,5
Триптофан	135,2
Аспарагин + аспарагиновая кислота	2565,0
Цистеин + цистеиновая кислота	1779,0
Глутамин + глутаминовая кислота	249,8

В соответствии с полученными данными, значения активной кислотности снижались в среднем на 0,15 ед. pH в фазе адаптации *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, консорциума *L. bulgaricus* и *S. thermophilus* на исследуемых средах. При переходе в фазу экспоненциального роста динамика размножения МКБ и скорость снижения значений активной кислотности возрастают (рис. 1, 2).

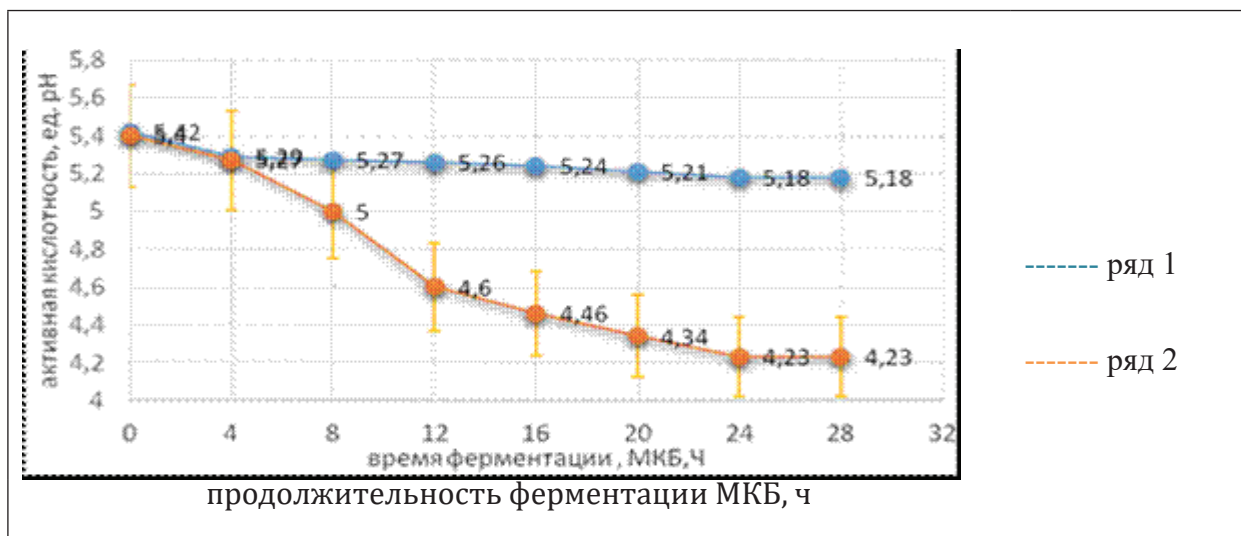
Через 22 – 24 ч культивирования *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* и сокультивирования консорциума *L. bulgaricus* и *S. thermophilus* в соотношении 1 : 2 на средах с массовой долей сухих веществ 40 % значения активной кислотности снизились до уровня 4,2 – 4,3 ед. pH и 4,4 – 4,5 ед. pH при сокультивировании *L. bulgaricus* и *S. thermophilus* в соотношении 1 : 4, снижение кислотообразующей активности обусловлено более интенсивной динамикой размножения *S. thermophilus* (см. рис. 2). Титр МКБ через 22 – 24 ч составил в среднем $1,1 \cdot 10^7$ клеток на 1 мл, что соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к ферментированным ЗЦМ (табл. 2).

Повышение концентрации сухих веществ в КМС до 50 % приводит к уменьшению количества активных клеток молочнокислых микроорганизмов и снижению кислотообразующей активности МКБ. Такая динамика изменения активной кислотности сохранялась независимо от инокулята МКБ (см. рис. 1). Титр МКБ через 22 – 24 ч в средах с массовой долей сухих веществ 50 % составил в среднем $7,0 \cdot 10^6$ клеток на 1 мл. Массовая доля закваски к объёму среды в исследуемых значениях не оказывает существенного влияния на кислотообразующую активность *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, а также консорциума *L. bulgaricus* и *S. thermophilus*. Молочнокислые культуры *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* имеют высокую кислотообразующую активность на исследуемых средах и низкую постокислительную активность 0,03 ед. pH в течение 48 ч хранения ферментированных КМС при $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Таблица 2

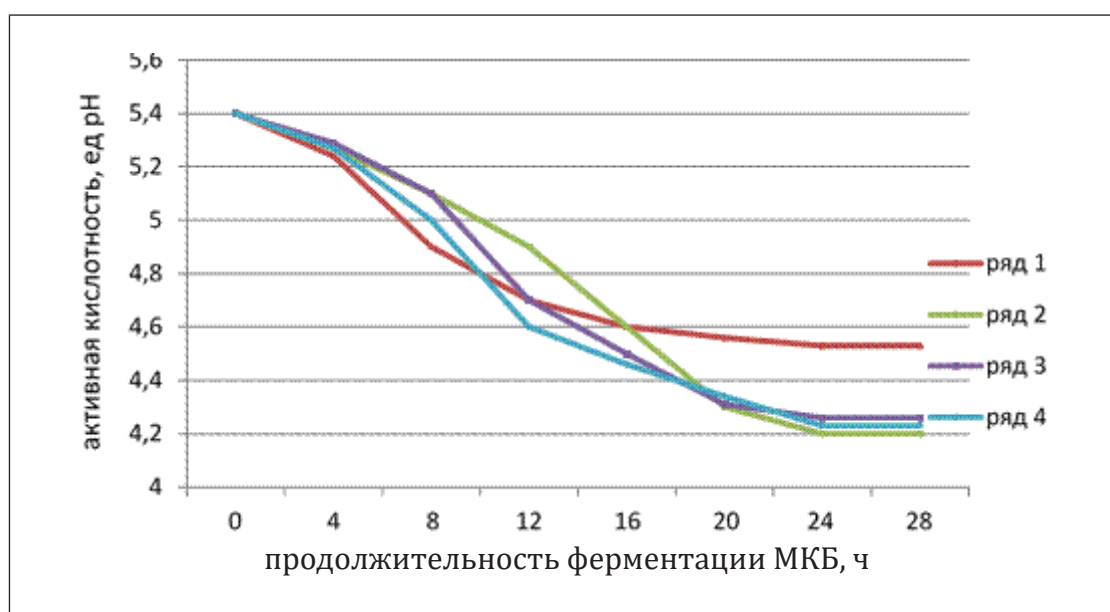
Влияние концентрации КМС на рост МКБ

Видовой состав заквасок	Количество клеток МКБ в 1 мл	
	Массовая доля сухих веществ в среде 40 %	Массовая доля сухих веществ в среде 50 %
<i>L. acidophilus</i>	$8,0 \cdot 10^7$	$9,0 \cdot 10^6$
<i>L. bulgaricus</i>	$1,1 \cdot 10^7$	$7,0 \cdot 10^6$
<i>L. bulgaricus</i> и <i>S. thermophilus</i> в сочетании 1 : 4	$1,1 \cdot 10^7$	$7,0 \cdot 10^6$



- ряд 1 — на КМС с массовой долей сухих веществ 50%;
- ряд 2 — на КМС с массовой долей сухих веществ 40%.

Рис. 1. Зависимость кислотообразующей активности МКБ (*L. acidophilus*) от концентрации КМС



Состав заквасок:

- ряд 1 — *L. bulgaricus* и *S. thermophilus* в сочетании 1 : 4 соответственно;
- ряд 2 — *L. bulgaricus* и *S. thermophilus* в сочетании 1 : 2 соответственно;
- ряд 3 — *L. bulgaricus*; ряд 4 — *L. acidophilus*

Рис. 2. Зависимость кислотообразующей способности МКБ от продолжительности культивирования на средах с массовой долей сухих веществ 40 %

Полученные данные позволяют предположить целесообразность использования *L. acidophilus*, *L. bulgaricum*, *S. thermophilus*, а также консорциума *L. bulgaricum* и *S. thermophilus* (в сочетании 1 : 2 соответственно) для биотехнологической обработки многокомпонентных систем с массовой долей сухих веществ 40 % с целью получения ферментированного заменителя цельного молока с улучшенными гигиеническими качествами, устойчивого в хранении, за счет обогащения молочнокислыми культурами и их метаболитами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Эффективность* использования пробиотиков Бацелл и Моноспорин в рационах коров и телят / Л.Г. Горковенко, А.Е. Чиков, Н.А. Омельченко, Н.А. Пышманцева // Зоотехния. – 2011. – № 3. – С. 13–14.
2. *Груздев К.И.* Интерфероны в ветеринарии. – М.: Агропромиздат, 1989. – 45 с.
3. *Гусев М.В., Минеева Л.А.* Микробиология [Электронный ресурс]. – 3-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – Режим доступа: <http://evolution.powernet.ru/library/micro/01.html> (дата обращения: 24.01.2011).
4. *Давтян Д.* Оптимизация рубцовой микрофлоры – путь к улучшению здоровья и продуктивности жвачных // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 2. – С. 28–29.
5. *Глушанова Н.А.* Биологические свойства лактобацилл // Бюллетень сибирской медицины. – 2003. – № 4.
6. *Квасников Е.И., Нестеренко О.А.* Молочнокислые бактерии и пути их использования. – М.: Наука, 1975. – 384 с.
7. *Глушанова Н.А.* Лактобациллы в исследовании и коррекции резидентной микрофлоры человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Челябинск, 1999. – 29 с.
8. *Глушанова Н.А., Блинов А.И.* Исследование резидентной микрофлоры полости рта // Муниципальное здравоохранение в переходный период (проблемы, достижения, перспективы): сб. тр. ?посвящ. 70-летию юбилею муниципальной клинической больницы г. Новокузнецка. – Новокузнецк, 2000. – С. 150–151.
9. *Коваленко Н.К.* Биология молочнокислых бактерий пищеварительного тракта человека и животных: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Киев, 1991. – 29 с.
10. *Костюк О.П., Чернышова Л.И., Волоха А.П.* Физиологические и терапевтические свойства лактобактерий // Педиатрия. – 1998. – № 1. – С. 71–76.
11. *Ленцнер А.А.* Лактофлор животного организма и ее защитная функция // Теоретические и практические проблемы гнотобиологии. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 195–200.
12. *Лактофлора* и колонизационная резистентность / А.А. Ленцнер, Х.П. Ленцнер, М.Э. Микельсаар [и др.] // Антибиотики и медицинская биотехнология. – 1987. – Т. 32, № 3. – С. 173–179.
13. *Лихачева А.Ю.* Устойчивость к антибактериальным препаратам лактобацилл различного происхождения // Материалы VII съезда Всерос. общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов. – М., 1997. – Т. 2. – С. 355–356.
14. ГОСТ 33428-2015 (ISO 17180:2013) Корма, премиксы. Определение содержания лизина, метионина и треонина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/60785/17> (дата обращения: 15.03.2021).
15. *Антимикробные* свойства *Lactobacillus* в кисломолочных продуктах / А.В. Бегунова, И.В. Рожкова, Т.И. Ширшова, Ю.И. Крысанова // Молочная промышленность. – 2020. – № 6. – С. 22–23. – DOI: 10.31515/1019-8946-2020-06-22-23
16. *Антагонистическая* активность молочнокислых бактерий *Lactobacillus* spp. в отношении клинических изолятов *Klebsiella pneumoniae* / Т.В. Федорова, Д.В. Васина, А.В. Бегунова, И.В. Рожкова, Т.А. Раскошная, Н.И. Габриэлян // Прикладная биохимия и микробиология. – 2018. – Т. 54, № 3. – С. 1–13. – DOI: 10.7868/S05551099180300
17. *Динамика* размножения *L. reuteri* и *L. helveticus* / А.В. Бегунова, В.Ф. Семенихина, И.В. Рожкова, Т.А. Раскошная // Молочная промышленность. – 2017. – № 9. – С. 47–48.
18. ГОСТ 33428-2015 (ISO 17180:2013) Корма, премиксы. Определение содержания лизина, метионина и треонина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200124600> (дата обращения: 26.02.2017).
19. ГОСТ Р 51426-2016 Микробиология. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 2018-01-01, <https://docs.cntd.ru/document/1200140736> (дата обращения: 26.02.2017).
20. ГОСТ 10444.11-2013 (ISO 15214:1998) Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: 2015-01-01, <https://docs.cntd.ru/document/1200106915> (дата обращения: 24.01.2011).

21. *Оценка рынка и разработка способов переработки нереализованной молочной продукции* / В.А. Асафов, В.Д. Харитонов, Н.Л. Танькова, Е.Л. Исакова // Актуальные вопросы молочной промышленности. Межотраслевые технологии и системы управления качеством. – М.: ВНИМИ, 2020. – Т. 1, № 1 (1). – С. 41–45.

22. *Агаркова Е.Ю., Кручинин А.Г. Ферментативная конверсия как способ получения биологически активных пептидов* // Вестник МГТУ. – 2018. – Т. 21, № 3. – С. 412–417. – DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2018-21-3-412-419>.

23. *Калоев Б.С. Научное обоснование и практическое использование молочнокислых препаратов в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных и птицы: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук.* – Владикавказ, ГАУ. 2003. – 52 с.

24. *Исакова Е.Л., Танькова Н.Л., Асафов В.А. Способы снижения содержания веществ антипитательной направленности в семенах сои* // Актуальные вопросы молочной промышленности. Межотраслевые технологии и системы управления качеством. – М.: ВНИМИ, 2020. – Т. 1, № 1 (1). – С. 231–235.

25. *Ферментативная обработка как инструмент придания функциональных свойств белкам молочной сыворотки* / Е.Ю. Агаркова, А.Г. Кручинин, К.А. Рязанцева, Н.С. Пряничникова // Аграрно-пищевые технологии. – 2019. – № 4. – С. 84–88. – DOI: [10.31208/2618-7353-2019-8-81-88](https://doi.org/10.31208/2618-7353-2019-8-81-88).

26. *Пат. 2600006 С1 РФ, МПК А23L 11/30 Способ инактивации антипитательных веществ в бобах сои* / М.О. Баитаев, В.А. Анзоров, С.К. Гериханов, Т.Т. Тарчков; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чеченский государственный университет» (RU). – № 2015121457/13, заявл. 04.06.2015; опубл. 20.10.2016, бюл. № 29.

27. *Пат. 2004130815/13 РФ, МПК А23L 1/20. Способ обработки бобов сои* / А.А. Аветисян (RU), В.В. Васько (RU), В.А. Прохоров (RU); заявитель и патентообладатель «Белореченский комбикормовый завод» (RU); заявл. 2004130815/13; опубл. 21.10.2004.

28. *Золотарев Н.А., Федотова О.Б., Агаркова Е.Ю. Гидролизаты творожной сыворотки для творожных эмульсионных продуктов* // Молочная промышленность. – 2017. – № 8. – С. 36–38.

29. *Танькова Н.Л., Исакова Е.Л., Асафов В.А. Гидролитическое регулирование высокомолекулярных фракций соевых семян в растворах различной ионной силой с целью получения концентрированных белково-жировых композиций* // Инновации и продовольственная безопасность. – 2021. – № 4 (34). – С. 79–87.

REFERENCES

1. Gorkovenko L.G., Chikov A.E., Omel'chenko N.A., Pyshmanceva N.A., *Zootekhnika*, 2011, No. 3, pp. 13–14. (In Russ.)
2. Gruzdev K.I. *Interferony v veterinarii* (Interferons in veterinary medicine), Moscow, Agropromizdat, 1989, 45 p.
3. <http://evolution.powernet.ru/library/micro/01.html>
4. Davtyan D. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2005, No. 2, pp. 28–29. (In Russ.)
5. Glushanova N.A. *Byulleten' sibirskoj mediciny*, 2003, No. 4. (In Russ.)
6. Kvasnikov E.I., Nesterenko O.A. *Molochnokislye bakterii i puti ih ispol'zovaniya* (Lactic acid bacteria and ways of their use), Moscow, Nauka, 1975, 384 p.
7. Glushanova N.A. *Laktobacilly v issledovanii i korrekcii rezidentnoj mikroflory cheloveka* (Lactobacilli in the study and correction of the resident human microflora), Extended abstract of candidate's thesis, Chelyabinsk, 1999, 29 p. (In Russ.)
8. Glushanova N.A., Blinov A.I., *Municipal'noe zdravoohranenie v perekhodnyj period (problemy, dostizheniya, perspektivy)* (Municipal healthcare in the transition period (problems, achievements, prospects)), Collection of Works, Novokuzneck, 2000, P. 150–151. (In Russ.)

9. Kovalenko N.K. *Biologiya molochnokislykh bakterij pishchevaritel'nogo trakta cheloveka i zivotnykh* (Biology of lactic acid bacteria of the digestive tract of humans and animals), Extended abstract of Doctor's thesis, Kiev, 1991, 29 P. (In Russ.)
10. Kostyuk O.P., Chernyshova L.I., A.P. Voloha, *Pediatrics*, 1998 No. 1, pp. 71–76. (In Russ.)
11. Lencner A.A. *Teoreticheskie i prakticheskie problemy gnotobiologii*, Moscow, Agropromizdat, 1986, pp. 195–200. (In Russ.)
12. Lencner A.A., Lencner H.P., Mikel'saar M.E. [i dr.], *Antibiotiki i medicinskaya biotekhnologiya*, 1987, Vol. 32, No. 3, pp. 173–179. (In Russ.)
13. Lihacheva A.Yu. *Materialy VII s'ezda Vseros. obshchestva epidemiologov, mikrobiologov i parazitologov* (Materials of the VII Congress of Vseros. societies of epidemiologists, Microbiologists and parasitologists), Moscow, 1997, Vol. 2, pp. 355–356. (In Russ.)
14. <https://internet-law.ru/gosts/gost/60785/17>
15. Begunova A.V., Rozhkova I.V., Shirshova T.I., Krysanova Yu.I., *Molochnaya promyshlennost'*, 2020, No. 6, pp. 22–23, DOI: 10.31515/1019-8946-2020-06-22-23
16. Fedorova T.V., Vasina D.V., Begunova A.V., Rozhkova I.V., Raskoshnaya T.A., Gabrielyan N.I., *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2018, Vol. 54, No. 3, pp. 1–13, DOI: 10.7868/S05551099180300
17. Begunova A.V., Semeniagina V.F., Rozhkova I.V., Raskoshnaya T.A., *Molochnaya promyshlennost'*, 2017, No. 9, pp. 47–48. (In Russ.)
18. <https://docs.cntd.ru/document/1200124600>
19. 2018-01-01, <https://docs.cntd.ru/document/1200140736>
20. 2015-01-01, <https://docs.cntd.ru/document/1200106915>
21. Asafov V.A., Haritonov V.D., Tan'kova N.L., Iskakova E.L., *Aktual'nye voprosy molochnoj promyshlennosti. Mezhotraslevye tekhnologii i sistemy upravleniya kachestvom*, Moscow, VNIMI, 2020, Vol. 1, No. 1 (1), pp. 41–45. (In Russ.)
22. Agarkova E.Yu., Kruchinin A.G., *Vestnik MGTU*, 2018, Vol. 21, No. 3, pp. 412–417, DOI: <https://10.21443/1560-9278-2018-21-3-412-419>.
23. Kaloev B.S. *Nauchnoe obosnovanie i prakticheskoe ispol'zovanie molochnokislykh preparatov v kormlenii molodnyaka sel'skookhozyajstvennykh zivotnykh i pticy* (Scientific justification and practical use of lactic acid preparations in the feeding of young farm animals and poultry), Extended abstract of Doctor's thesis, Vladikavkaz, GAU, 2003, 52 p. (In Russ.)
24. Iskakova E.L., Tan'kova N.L., Asafov V.A., *Aktual'nye voprosy molochnoj promyshlennosti. Mezhotraslevye tekhnologii i sistemy upravleniya kachestvom*, Moscow, VNIMI, 2020, Vol. 1, No. 1 (1), pp. 231–235. (In Russ.)
25. Agarkova E.Yu., Kruchinin A.G., Ryazanceva K.A., Pryanichnikova N.S., *Agrarno-pishchevye tekhnologii*, 2019, No. 4, pp. 84–88, DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-81-88.
26. Pat. 2600006 S1 RF, MPK A23L 11/30, Sposob inaktivacii antipitatel'nykh veshchestv v bobah soi (Method of inactivation of anti-nutritional substances in soybeans), (In Russ.)
27. Patent 2004130815/13 RF, MPK A23L 1/20, Sposob obrabotki bobov soi (Method of processing soybeans), (In Russ.)
28. Zolotarev N.A., Fedotova O.B., Agarkova E.Yu., *Molochnaya promyshlennost'*, 2017, No. 8, pp. 36–38. (In Russ.)
29. Tan'kova N.L., Iskakova E.L., Asafov V.A., *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2021, No. 4 (34), pp. 79–87. (In Russ.)