

БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 57.043:579.8 (047.31) (476)
<https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-20-25>

Поступила в редакцию 25 марта 2020 года

*Н.С. Романович, Н.С. Кравченко, С.Л. Василенко, к.б.н.,
Н.К. Жабанос, к.т.н., Н.Н. Фурик, к.т.н.
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ НА РАЗВИТИЕ КУЛЬТУР *LACTOBACILLUS DELBRUECKII* SUBSP. *LACTIS*

*N. Ramanovich, N. Krauchanka, S. Vasylenko, N. Zhabanos, N. Furik
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGICAL ADJUVANT INGREDIENTS INFLUENCE FROM THE PRODUCTION OF FERMENTED MILK DRINKS ON THE GROWTH OF THE *LACTOBACILLUS DELBRUECKII* SUBSP. *LACTIS* CULTURES

*e-mail: romanovich28@tut.by, nadejda310859@mail.ru,
vasylenko@tut.by, nzhabanos@tut.by, furik_nn@tut.by*

*Проведен анализ изменения активной кислотности цельного пастеризованного молока при его ферментации бактериями *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* при различных температурных режимах. Изучено влияние технологических вспомогательных ингредиентов (сахарозы, камеди рожкового дерева), используемых для производства кисломолочных напитков, на кислотообразующую активность культур *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, при добавлении их в различных концентрациях в цельное пастеризованное молоко.*

*We analyzed the change in the active acidity of whole pasteurized milk during its fermentation by the bacteria *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* at different temperatures. We have studied the effect of technological adjuvant ingredients (sucrose, carob gum) used for the production of fermented milk drinks on the acid-forming activity of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, when added them in various concentrations to pasteurized whole milk.*

Ключевые слова: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*; сахар; камедь; кислотообразующая активность.

Keywords: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*; sugar; gum; acid-forming activity.

Введение. Совершенствование ассортимента и повышение качества продукции, создание продуктов, отличающихся повышенным спросом и отвечающих требованиям сбалансированного питания, является основным трендом развития молокоперерабатывающей промышленности. Перспективными для изготовления ферментированных молочных продуктов являются бактерии *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* (молочная палочка) – термофильные гомоферментативные молочнокислые микроорганизмы, которые являются активными кислотообразователями – при оптимальной температуре развития ферментируют молочное сырье за 3–4 ч [1, 2]. Культуры *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* используют при производстве кисломолочных напитков, в том числе пробиотических, так как они оказывают благотворный эффект на здоровье человека [3, 4], а также в составе заквасок для сыров, в том числе с высокой температурой второго нагревания [5, 6]. Технологически – значимой характеристикой заквасочных культур лактобацилл в производстве кисломолочных напитков является активное образование молочной

кислоты, в том числе в присутствии стабилизаторов, высокой концентрации сахара.

Фруктовые и ароматизированные продукты могут содержать до 20% углеводов, которые включают остаточные количества углеводов молока (лактозы, галактозы и глюкозы), природные сахара, присутствующие во фруктах (сахароза, фруктоза, глюкоза и мальтоза), сахара, добавленные при изготовлении йогурта и/или при обработке фруктов. При изготовлении фруктовых и ароматизированных продуктов добавляют сахар. Имеющиеся на рынке закваски устойчивы к его содержанию в молочной основе до 12%. Однако даже при содержании сахара 9% возможна задержка развития некоторых культур в период ферментации (около 30 мин.). Толерантность заквасок к сахару зависит от свойств штаммов, входящих в их состав, и поэтому необходимо использовать культуры, устойчивые к различным концентрациям сахарозы [7].

При производстве кисломолочных продуктов, в частности, йогурта, применяют стабилизаторы и/или эмульгаторы. Основная цель их добавления к молочной основе – улучшение и сохранение таких важных характеристик продукта, как структура и консистенция, внешний вид и вкус. Для использования в пищевых продуктах некоторых стабилизаторов, например, каррагинанов, трагаканта и камеди рожкового дерева, также необходима проверка оценки их влияния на развитие микрофлоры закваски [7].

Целью исследований являлось изучение развития культур *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* в молочном сырье при различных температурных режимах, а также изучение влияния технологических вспомогательных ингредиентов, используемых для производства кисломолочных напитков, на кислотообразующую активность культур *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* при их развитии в молоке.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований являлись штаммы *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* 2636 TL-A, 2653 TL-A из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов.

Пастеризованное молоко – молоко, отвечающее требованиям [8] для молока не ниже высшего сорта, пастеризуют в автоклаве при $0,35 \pm 0,05$ МПа в течение 25 мин.

Пастеризованное молоко с добавлением сахара – в пастеризованное молоко, подогретое до $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$, при перемешивании в асептических условиях вносят сахар в исследуемых концентрациях (предварительно прокаленный при $(121 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 30 мин) и перемешивают до полного растворения.

Пастеризованное молоко с добавлением камеди рожкового дерева – в пастеризованное молоко, подогретое до $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$, при перемешивании в асептических условиях вносят камедь рожкового дерева в требуемых концентрациях и перемешивают до полного растворения.

Исследование изменения значений рН с помощью системы для контроля ферментации iCinas, AMC France осуществляли в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора. К 150 см^3 пастеризованного молока добавляли определенное количество исследуемой культуры и инкубировали при выбранной температуре в течение 6 ч. Изменение активной кислотности регистрировали с использованием прибора i-Cinas каждые 20 мин. Исследование с различными концентрациями сахара и камеди рожкового дерева проводили при $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Результаты и их обсуждение. Проведен анализ изменения активной кислотности цельного пастеризованного молока при его ферментации бактериями *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* (штаммы 2636 TL-A, 2653 TL-A). Исследования проводили при трех температурных режимах – при $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$, $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ и $(42 \pm 2)^\circ\text{C}$, с помощью системы i-Cinas.

Как видно на рисунке 1, штаммы *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* развивались в цельном пастеризованном молоке при трех исследованных температурных режимах: $(30\pm 1)^\circ\text{C}$, $(37\pm 1)^\circ\text{C}$, $(42\pm 1)^\circ\text{C}$. При этом характер снижения активной кислотности молока зависел от температуры культивирования штамма: активная кислотность сырья, ферментируемого штаммом 2636 TL-A за 6 ч культивирования, снижалась до 5,7 ед. рН при $(30\pm 1)^\circ\text{C}$, до 5,15 ед. рН при $(37\pm 1)^\circ\text{C}$, до 4,8 ед. рН при $(42\pm 1)^\circ\text{C}$. Штамм 2653 TL-A за 6 ч снижал активную кислотность молока при $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ до 5,3 ед. рН при $(30\pm 1)^\circ\text{C}$, до 5,15 ед. рН при $(37\pm 1)^\circ\text{C}$, до 4,8 ед. рН при $(42\pm 1)^\circ\text{C}$.

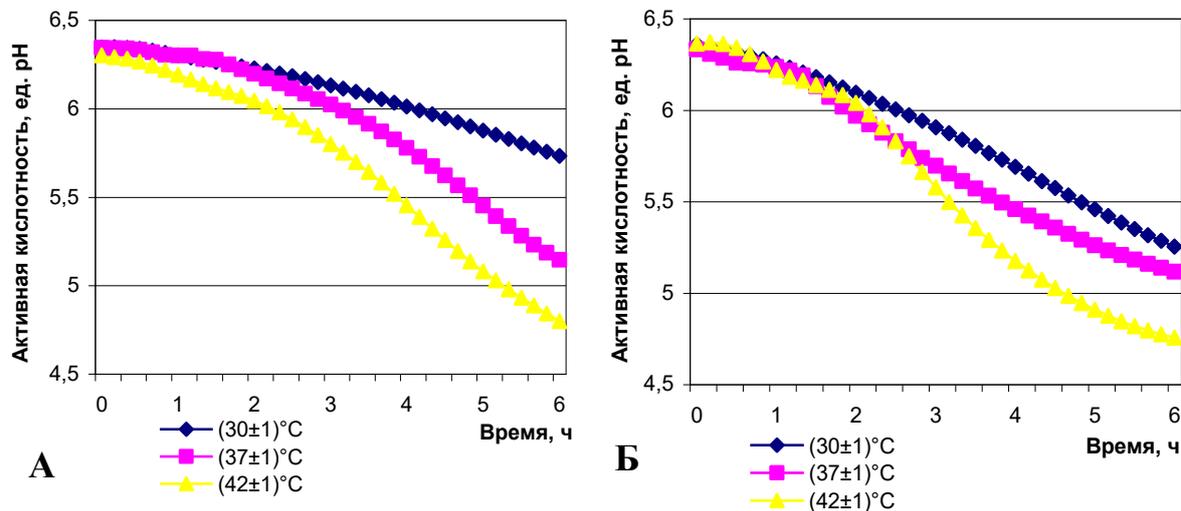


Рисунок 1 – Изменение активной кислотности цельного молока в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* при различных температурах

А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, из трех изученных температурных режимов культивирования при температуре $(42\pm 1)^\circ\text{C}$ кислотообразующая активность штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* максимальна: снижение активной кислотности молока до 5,0 ед. рН (точка формирования сгустка) у обоих штаммов происходило практически синхронно – за 4,5 – 5 ч. Из трех исследованных температурных режимов при $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ культуры развивались менее активно: при развитии штамма 2653 TL-A за 6 ч активная кислотность молока снизилась до 5,3 ед. рН, у штамма 2636 TL-A до 5,8 ед. рН.

Проведена оценка влияния разных концентраций сахара при его добавлении в цельное пастеризованное молоко на развитие штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. О развитии микроорганизмов судили по характеру изменения активной кислотности в процессе ферментации молока, которое регистрировали с помощью прибора i-Cinas (рисунок 2).

Как видно из рисунка 2А, при содержании в цельном пастеризованном молоке сахара в концентрации 5%, 7,5%, 10% время ферментации штаммом 2636 TL-A молочного сырья практически идентично – значение активной кислотности 5,0 ед. рН (точка формирования сгустка) достигнуто за 4 ч, а без добавления сахара – за 4,2 ч. При добавлении 12% сахара время ферментации незначительно увеличивалось – до 4,5 ч.

Как видно из рисунка 2Б, при добавлении в цельное пастеризованное молоко сахара в концентрации 5%, 7,5%, 10%, 12% характер изменения активной кислотности штаммом 2653 TL-A практически идентичен: при всех исследованных концентрациях значения активной кислотности 5,0 ед. рН достигнуты за 4,2 – 4,5 ч,

также как и в молоке без добавления сахара.

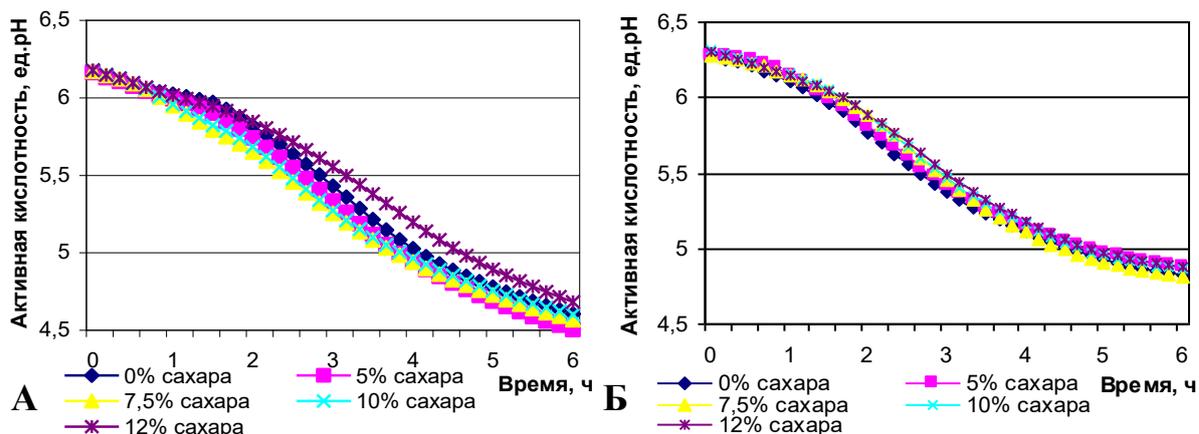


Рисунок 2 – Изменение активной кислотности цельного пастеризованного молока с добавлением различных концентраций сахара в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A
 Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, штаммы *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* развивались в молоке, содержащем до 10% сахара, без увеличения времени сквашивания по сравнению с контрольным, не содержащим сахара. При увеличении концентрации сахара до 12% время ферментации молока у культуры 2636 TL-A увеличивалось на 30 мин., на кислотообразующую активность штамма 2653 TL-A данная концентрация сахара не влияла.

Проведена оценка влияния камеди рожкового дерева в различных концентрациях на развитие штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* в цельном пастеризованном молоке. Поскольку при изготовлении кисломолочных напитков рекомендуется использовать камедь рожкового дерева в количестве 0,05–0,6% [7], то при исследовании ее добавляли в молоко в концентрации 0, 0,05%, 0,1%, 0,5% (рисунок 3).

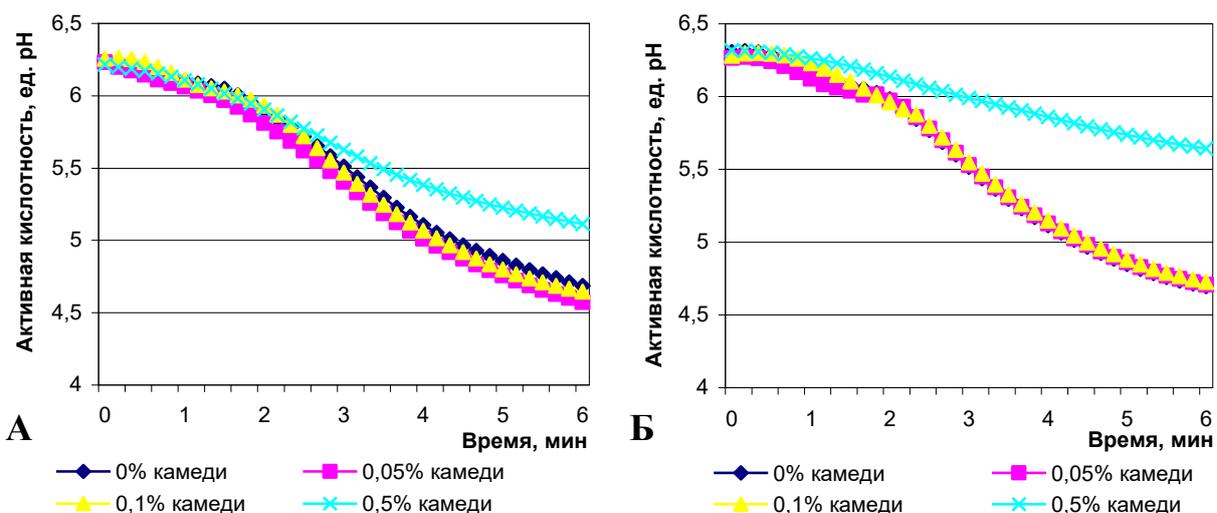


Рисунок 3 – Изменение активной кислотности цельного пастеризованного молока с различными концентрациями камеди в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A

Источник данных: собственная разработка.

Как видно на рисунке 3, при добавлении камеди рожкового дерева в концентрации 0,05%, 0,1% время ферментации цельного пастеризованного молока штаммами 2636 TL-A и 2653 TL-A практически идентично, значение активной кислотности 5,0 ед. рН было достигнуто за 4,5 ч, также, как и без добавления камеди. При добавлении 0,5% камеди рожкового дерева значение активной кислотности за 6 ч культивирования составило 5,1 ед. рН (штамм 2636 TL-A) и 5,6 ед. рН (штамм 2653 TL-A).

Заключение. В ходе исследований проведен анализ изменения активной кислотности цельного пастеризованного молока при его ферментации штаммами *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* 2636 TL-A и 2653 TL-A из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов при трех температурных режимах: $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$, $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ и $(42 \pm 2)^\circ\text{C}$. Установлено, что при температуре $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$ кислотообразующая активность штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* максимальна: снижение активной кислотности молока до 5,0 ед. рН (точка формирования сгустка) у обоих штаммов происходило за 4,5 – 5 ч. Из трех исследованных температурных режимов при $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ культуры развивались менее активно: при развитии штамма 2653 TL-A за 6 ч активная кислотность молока снизилась до 5,3 ед. рН, у штамма 2636 TL-A до 5,8 ед. рН.

Определено влияние технологических вспомогательных компонентов для производства кисломолочных напитков (сахара, камеди рожкового дерева) на характер изменения активной кислотности при ферментации молока культурами *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*. Показано, что штаммы *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* развивались в молоке, содержащем до 10% сахара, без увеличения времени сквашивания по сравнению с контрольным, не содержащим сахара. При увеличении концентрации сахара до 12% время ферментации молока у культуры 2636 TL-A увеличивалось на 30 мин. Установлено, что исследуемые культуры развивались в молоке с добавлением камеди рожкового дерева при ее содержании до 0,1% не изменяя скорости кислотообразования. При увеличении количества камеди рожкового дерева до 0,5% наблюдали снижение сквашивающей активности: в течение 6 ч штамм 2636 TL-A снижал активную кислотность до 5,1 ед. рН, штамм 2653 TL-A – до 5,6 ед. рН.

Список использованных источников

- | | |
|--|--|
| <p>1. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.</p> <p>2. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко // Учебник для ВУЗов. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас – Подмосковь», 1999. – 415 с.</p> <p>3. Яруллина, Д.Р. Бактерии рода <i>Lactobacillus</i>: общая характеристика и методы работы с ними. Учеб.-метод. пособие. / Д.Р. Яруллина, Р.Ф. Фахруллин // Казань: Казанский университет, 2014. – 51 с.</p> <p>4. Гюльяхмедов, С.Г. Некоторые пробиотические свойства <i>Lactobacillus</i></p> | <p>1. Gudkov, A.V. Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty [Cheesemaking: technological, biological and physico-chemical aspects] / Pod red. S.A. Gudkova. – M.: De-Li print, 2003. – 800 s.</p> <p>2. Stepanenko, P.P. Mikrobiologija moloka i molochnyh produktov [Microbiology of milk and dairy products] / P.P. Stepanenko // Uchebnik dlja VUZov. – Sergiev Posad: ООО «Vse dlja Vas – Podmoskov'e», 1999. – 415 s.</p> <p>3. Jarullina, D.R. Bakterii roda <i>Lactobacillus</i>: obshhaja harakteristika i metody raboty s nimi. [Bacteria of the genus <i>Lactobacillus</i>: general characteristics and methods of working with them] Ucheb.-metod. posobie. / D.R. Jarullina, R.F. Fahrullin // Kazan': Ka-zanskij universitet, 2014. – 51 s.</p> <p>4. Gjul'ahmedov, S.G. Nekotorye probioti-cheskie svojstva <i>Lactobacillus delbrueckii</i> spp. <i>lactis</i> A7,</p> |
|--|--|

delbrueckii spp. *lactis* A7, изолированного из грудного молока / С.Г. Гюльяхмедов, Н.А. Абдуллаева, В.Ш. Назарли, А.А. Кулиев // Int. Adv. in Biol. Earth Sci, – 2017. – Vol. 2. – P. 186–191.

5. Шингарева, Т.И., Производство сыра: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманкаускас // Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.

6. Fox, P.F. Cheese Chemistry, Physics and Microbiology / Patrick F. Fox, Paul L.H. McSweeney, Timothy M. Cogan, Timothy P. Guinee. – 3rd ed. – Vol. 1: General aspects– UK: Elsevier Academic Press, 2004 – P.191–259.

7. Тамим, А.Й. Йогурт и другие кисломолочные продукты. Под ред. Л. Забодаловой. / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон // СПб: Профессия, 2003. – 682 с.

8. Молоко коровье сырое: Технические условия. СТБ 1598-2006. – Введ. 31.01.2006 (с отменой на территории РБ ГОСТ 13264-88). – Минск : БелГИСС, 2015. – 24 с.

izolirovannogo iz grudnogo moloka [Some probiotic properties of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *lactis* A7, isolated from breast milk]/ S.G. Gjul'ahmedov, N.A. Abdullaeva, V.Sh. Nazarli, A.A. Kuliev // Int. Adv. in Biol. Earth Sci, – 2017. – Vol. 2. – P. 186–191.

5. Shingareva, T.I., Proizvodstvo syra: uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij po special'nosti «Tehnologija hranenija i pererabotki zhi-votnogo syr'ja» [Cheese production: a textbook for students of higher educational institutions with a degree in “Technology for storage and processing of animal raw materials”]/ T.I. Shingareva, R.I. Ra-mankauskas // Minsk: IVC Minfina, 2008. – 384 s.

7. Tamim, A.J. Jogurt i drugie kislomo-lochnye produkty. [Yoghurt. Science and Technology] Pod red. L. Zabodalovoj. / A.J. Tamim, R.K. Robinson // SPb: Professija, 2003. – 682 s.

8. Moloko korov'e syroe: Tehnicheskie uslovija [Raw cow's milk. Specification] . STB 1598-2006. – Vved. 31.01.2006 (s otmenoj na territorii RB GOST 13264-88). – Minsk : BelGISS, 2015. – 24 s.