

Р. А. Чичик, А. Н. Иркитова

Технологически ценные свойства коллекционных штаммов *Lactobacillus acidophilus*

R. A. Chichik, A. N. Irkitova

Technologically Valuable Properties of Collection Strains of *Lactobacillus Acidophilus*

Представлены сравнительные данные солеустойчивости коллекционных штаммов *L. acidophilus*, а также описано влияние сычужного фермента на активность исследуемых штаммов.

Ключевые слова: *Lactobacillus acidophilus*, солеустойчивость, сычужный фермент.

DOI 10.14258/izvasu(2013)3.2-26

Введение

Получение пищевых продуктов путем введения в их состав пробиотических компонентов позволяет придать традиционным продуктам функциональные свойства. Систематическое употребление в пищу таких продуктов оказывает положительное регулирующее воздействие на определенные процессы в организме человека и тем самым уменьшает или вовсе устраняет отрицательные последствия неправильного питания, а также снижает негативное влияние неблагоприятной экологической обстановки окружающей среды. Одним из самых востребованных и полезных продуктов питания является сыр. В настоящее время разработаны технологии производства сыров, обладающих лечебно-профилактическими свойствами, что достигается путем применения специализированных пробиотических заквасок и использования для посолки сыров соли с пониженным содержанием хлорида натрия. Включение в сыры штаммов *Lactobacillus acidophilus* преследует цель усилить давление на незаквасочную микрофлору и улучшить биологическую ценность продукта — придать сырам диетические и пробиотические свойства. В нашей стране создано около 10 видов сыров, при выработке которых используют закваски, содержащие ацидофильную палочку. Эти сыры относят к типу мягких термокислотных (сыр «МЧС»), мягких сычужно-кислотных («Геленджикский», «Масис», «Айболит» и др.) и полутвердых сычужных («Покровский», «Алтайский кудесник», «Вальмен» и др.) [1–3].

Материалы и методы. Объектом исследования в данной работе были 13 штаммов *L. acidophilus*

The paper presents comparative data about salt tolerance of collection strains of *L. acidophilus*, and also describes the influence of rennet on the activity of the strains.

Key words: *Lactobacillus acidophilus*, salt resistance, rennet.

из коллекции лаборатории микробиологии ГНУ СО РАСХН СибНИИ сыроделия.

Для того чтобы оценить технологические ценные свойства коллекционных штаммов *L. acidophilus*, были поставлены следующие задачи:

1. Изучить органолептические показатели сгустков (цвет, аромат, качество сгустка), образованных *L. acidophilus*.
2. Определить физико-химические показатели (активная и титруемая кислотность, время образования сгустка) при сычужном и сычужно-кислотном свертывании обезжиренного молока.
3. Оценить солеустойчивость коллекционных штаммов *L. acidophilus*.

В опытные пробы вносили 3% порошка сычужного фермента и 1% *L. acidophilus*. В контрольные пробы вносили 1% *L. acidophilus*. Активную кислотность (рН) определяли по ГОСТ 26781, титруемую кислотность по ГОСТ 3624. В опытной и контрольной пробах отмечали время образования сгустка и его органолептические характеристики. Для определения солеустойчивости каждый исследуемый штамм *L. acidophilus* вносили в количестве 1% в обезжиренное молоко с различными концентрациями хлорида натрия (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9%), отмечали время образования сгустка и его органолептические показатели.

Статистическая обработка полученного материала проведена с использованием программ Microsoft Office Excel 2007, Statistica 6.0, использовали описательную статистику, двухфакторный дисперсионный анализ ANOVA.

Результаты. Результаты исследования показали, что титруемая кислотность сгустков, образованных

при кислотном свертывании (контроль), выше, чем образованных при сычужно-кислотном (опыт). Причем наибольшие значения титруемой кислотности развиваются у штаммов СКМ-499 ($68 \pm 0,26$) °Т, СКМ-500 ($75 \pm 0,26$) °Т, СКМ-506 ($79 \pm 0,25$) °Т. Но сама скорость

нарастания титруемой кислотности выше в опытных пробах, так как в момент образования сгустка в опытных пробах еще не образовался сгусток в контрольных пробах. Эта закономерность характерна для всех исследуемых штаммов *L. acidophilus* (табл. 1).

Таблица 1

Титруемая кислотность сгустка, образованного при сычужном и сычужно-кислотном свертывании

Штамм <i>L. acidophilus</i>	На момент образования сгустка под действием СФ		На момент образования сгустка под действием <i>L. acidophilus</i> , °Т
	<i>L. acidophilus</i> совместно с СФ, °Т	<i>L. acidophilus</i> без СФ, °Т	
	Стандартное отклонение, σ		
СКМ-492	$45 \pm 2,18$ 5,33	$37 \pm 0,37$ 0,89	$56,63 \pm 0,78$ 1,93
СКМ-495	$40,3 \pm 0,8$ 1,2	$37 \pm 0,25$ 0,63	$50,7 \pm 0,29$ 0,73
СКМ-497	$42 \pm 1,5$ 3,6	$38 \pm 0,5$ 1,27	$50,6 \pm 1,1$ 2,73
СКМ-498	$40,6 \pm 0,3$ 0,74	$39 \pm 0,25$ 0,63	$67 \pm 0,25$ 0,63
СКМ-499	$38 \pm 0,51$ 1,27	$35 \pm 0,26$ 0,63	$68 \pm 0,26$ 0,63
СКМ-500	$38,3 \pm 0,61$ 1,5	$33 \pm 0,25$ 0,63	$75 \pm 0,26$ 0,63
СКМ-501	$34 \pm 0,51$ 1,26	$32 \pm 0,16$ 0,41	$69 \pm 0,258$ 0,63
СКМ-502	$33,3 \pm 0,59$ 1,46	$30 \pm 0,2$ 0,4	$54 \pm 0,51$ 1,26
СКМ-503	$32,9 \pm 0,33$ 0,8	$32 \pm 0,52$ 1,27	$53 \pm 0,26$ 0,63
СКМ-504	$51 \pm 1,09$ 2,67	$39 \pm 0,26$ 0,63	$48,6 \pm 8,53$ 1,21
СКМ-505	$42,5 \pm 0,56$ 1,38	$39 \pm 0,25$ 0,63	$61 \pm 0,25$ 0,63
СКМ-506	$36,98 \pm 0,33$ 0,81	$34 \pm 1,36$ 3,35	$79 \pm 0,25$ 0,63
СКМ-507	$55,3 \pm 1,05$ 2,58	$36,2 \pm 0,2$ 0,41	$62 \pm 0,52$ 1,26

Коагуляция белков проходит быстрее в опытных пробах, которые содержат и сычужный фермент, и исследуемый штамм *L. acidophilus*. Причем активнее процесс сычужно-кисломолочного свертывания протекает в композициях: сычужный фермент со штаммом СКМ-492, СКМ-498, СКМ-499, СКМ-501, СКМ-502, СКМ-503 (рис. 1). Проявили себя активными в кисломолочном свертывании молока коллекционные штаммы СКМ-501, СКМ-502, СКМ-503, СКМ-504,

СКМ-507. Все перечисленные композиции дают качественные молочные сгустки — плотные, гомогенные, вязкие; без отделения сыворотки; вкус сгустка — чистый кисломолочный. Следовательно, использование их композиций перспективно в сыроделии для быстрого образования качественного сгустка.

Полученные значения активной кислотности сгустков представлены в таблице 2. На момент образования сгустка активная кислотность выше в опыт-

ных пробах по сравнению с контролем. Наибольшее значение рН выявлено в комбинации сычужного фермента со штаммом СКМ-502 ($5,61 \pm 0,007$) °Т. Важно отметить, что при сворачивании молока в контрольных пробах активная кислотность падает. Это объясняется тем, что на сычужное свертывание молока в значительной мере влияет концентрация водородных ионов (рН): чем ниже рН, тем быстрее происхо-

дит свертывание молока. Однако увеличение скорости образования сгустка при понижении рН молока наблюдается до определенного предела, рН 6,2 является оптимальным для действия сычужного фермента, дальнейшее снижение рН вызывает ускорение свертывания молока не за счет активизации сычужного фермента ионами водорода, а за счет коагуляции казеина кислотой.

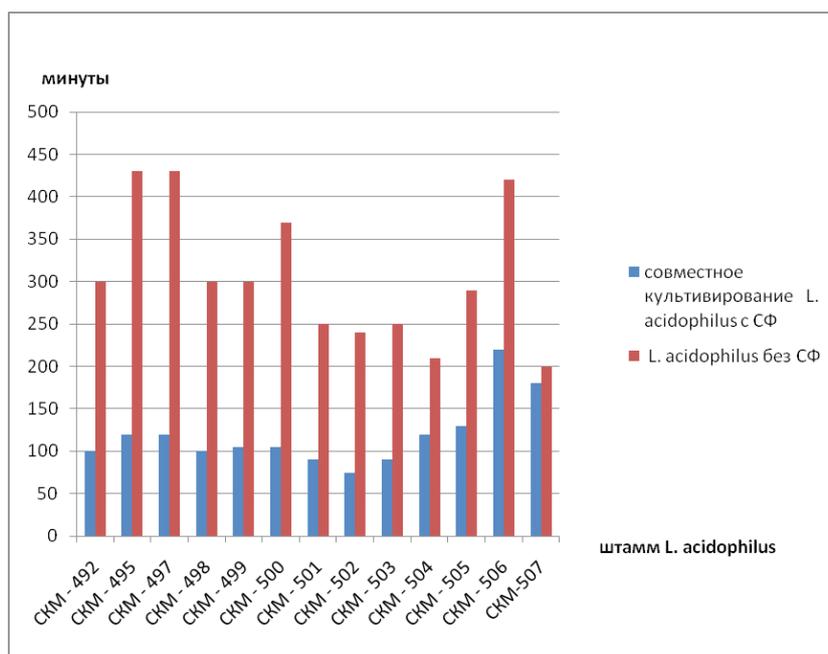


Рис. 1. Время образования сгустка

Таблица 2

Активная кислотность сгустков, образованных при сычужном и сычужно-кислотном свертывании

Штамм <i>L. acidophilus</i>	На момент образования сгустка под действием СФ		На момент образования сгустка под действием <i>L. acidophilus</i> , °Т
	<i>L. acidophilus</i> совместно с СФ, °Т	<i>L. acidophilus</i> без СФ, °Т	
	Стандартное отклонение, σ		
1	2		3
СКМ-492	$5,33 \pm 0,01$ 0,04	$5,47 \pm 0,05$ 0,01	$4,85 \pm 0,06$ 0,17
СКМ-495	$5,2 \pm 0,089$ 0,2	$5,5 \pm 0,004$ 0,01	$4,89 \pm 0,29$ 0,73
СКМ-497	$5,4 \pm 0,01$ 0,02	$5,54 \pm 0,02$ 0,05	$4,9 \pm 0,04$ 0,09
СКМ-498	$5,4 \pm 0,01$ 0,02	$5,5 \pm 0,02$ 0,04	$4,61 \pm 0,25$ 0,63
СКМ-499	$5,55 \pm 0,02$ 0,059	$5,7 \pm 0,01$ 0,027	$4,45 \pm 0,01$ 0,031

1	2		3
СКМ-500	$5,53 \pm 0,01$ 0,03	$5,69 \pm 0,002$ 0,006	$4,33 \pm 0,002$ 0,006
СКМ-501	$5,56 \pm 0,026$ 0,064	$5,74 \pm 0,02$ 0,049	$4,58 \pm 0,005$ 0,012
СКМ-502	$5,61 \pm 0,007$ 0,018	$5,825 \pm 0,024$ 0,06	$4,8 \pm 0,05$ 0,12
СКМ-503	$5,6 \pm 0,023$ 0,01	$5,7 \pm 0,008$ 0,02	$4,86 \pm 0,01$ 0,03
СКМ-504	$5,3 \pm 0,024$ 0,06	$5,41 \pm 0,006$ 0,026	$4,72 \pm 0,01$ 0,025
СКМ-505	$5,4 \pm 0,01$ 0,037	$5,49 \pm 0,001$ 0,004	$4,77 \pm 0,004$ 0,009
СКМ-506	$5,57 \pm 0,01$ 0,04	$5,78 \pm 0,05$ 0,126	$4,42 \pm 0,02$ 0,06
СКМ-507	$5,008 \pm 0,047$ 0,11	$5,24 \pm 0,005$ 0,013	$4,73 \pm 0,04$ 0,104

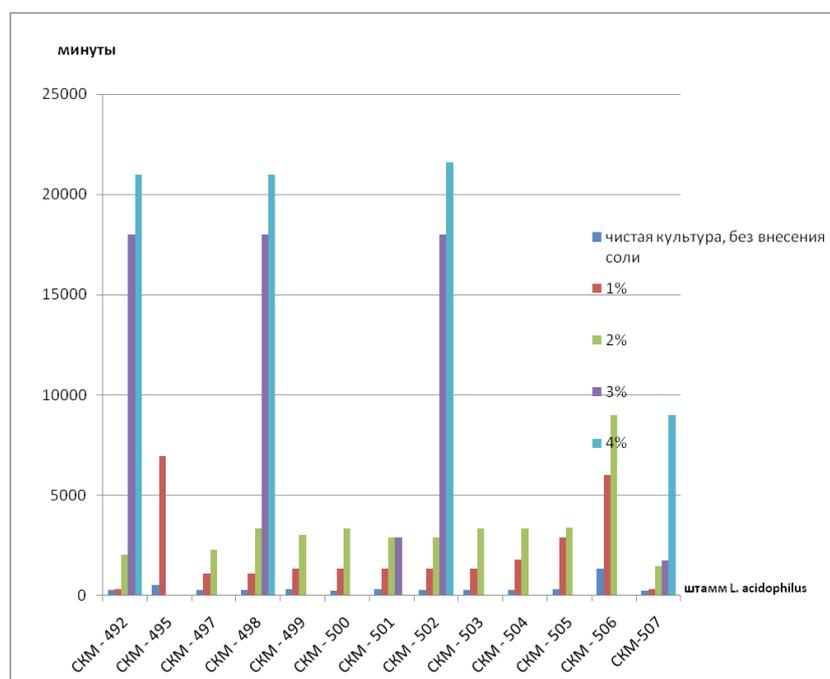


Рис. 2. Время свертывания молока, содержащего разный процент хлорида натрия

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что при сворачивании молока повышается титруемая кислотность и понижается активная кислотность.

При изучении солеустойчивости коллекционных штаммов ацидофильной палочки обнаружено,

что при ее культивировании в обезжиренном молоке, без добавления хлорида натрия, образуется плотный, равномерный сгусток, без отделения сыворотки, похожий для всех исследованных штаммов, но различается время образования сгустка (рис. 2). Чем больше процент соли вносится, тем дольше процесс сворачивания.

вания, объем отделяющейся сыворотки увеличивается, сгусток становится менее качественным — рыхлым и крупинчатым. Выявлено, что при 1% хлорида натрия в молоке все штаммы способны к коагуляции белков, при 2% внесении соли — СКМ-495 полностью теряет свою активность, СКМ-506 очень медленно образует рыхлый сгусток, при 3% внесении хлорида натрия в молоко свертывающую активность сохраняют штаммы СКМ-492, СКМ-498, СКМ-501, СКМ-502 и СКМ-507. Самыми солеустойчивыми оказались штаммы СКМ-492, СКМ-498, СКМ-502 и СКМ-507.

Процент соли в сырной массе большинства видов сыров не более 3–3,5. Для сыров с высокой темпе-

ратурой второго нагревания характерно пониженное содержание соли (от 0,5 до 1,8%). В сырах с низкой температурой второго нагревания содержание соли находится в пределах от 1,5 до 2,5%. Следовательно, отобранные солеустойчивые штаммы ацидофильной палочки могут быть рекомендованы для включения в состав заквасок для сыров.

Таким образом, наиболее сильными технологически ценными свойствами обладают коллекционные штаммы *L. acidophilus* СКМ-492, СКМ-498, СКМ-500, СКМ-501, СКМ-502, СКМ-503, СКМ-504 и СКМ-507.

Библиографический список

1. Гудков С. А. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. — М., 2003.

2. Иркитова А. Н., Каган Я. Р., Сергеева И. Я. Свойства, экологические аспекты и практическое значение ацидофильной палочки // Актуальные проблемы техники и тех-

нологии переработки молока : сб. науч. тр. СибНИИС СО РАСХН. — Барнаул, 2011. — Вып. 8.

3. Молчанова Е. Д. Разработка технологии комбинированных заквасок для производства мягких сыров : автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Улан-Удэ, 2001.