

УДК 637.3.06/07:579.676(045)

*Л.Л. Богданова¹, к.т.н., И.Б.Фролов¹, Н.А.Прокопьев², к.т.н., доцент**¹Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь**²Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ЗАКВАСОЧНУЮ МИКРОФЛОРУ СЫРА В ПРОЦЕССЕ ЕГО СОЗРЕВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

(Поступила в редакцию 15 апреля 2016 г.)

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния антимикробных препаратов на молочнокислые и пропионовокислые бактерии заквасочной микрофлоры сыра в процессе его созревания и хранения. Установлено, что калий азотнокислый вызывает некоторую стимуляцию, а лизоцим угнетает развитие молочнокислых бактерий в начальный период созревания сыра, однако, в дальнейшем их использование не приводит к достоверным изменениям в динамике развития молочнокислых и пропионовокислых бактерий и не вызывает изменений вкуса и консистенции сыра в процессе созревания по сравнению с контрольным вариантом. Добавление низина в количестве 1г/100 л приводит к ингибированию процесса нарастания кислотности, нарушению свертываемости, плохому синерезису сгустка, уменьшению содержания молочнокислых бактерий в сыре на начальных этапах созревания сыра, поэтому его использование не целесообразно.

Ключевые слова: антимикробные препараты, заквасочная микрофлора, микробиологические показатели, процесс созревания и хранения сыра.

Введение. Совершенствование способов использования антимикробных препаратов для защиты от развития посторонней микрофлоры внутри продукта является одной из актуальных задач, стоящих перед отечественным сыроделием и имеет большое значение для обеспечения безопасности и экологической чистоты вырабатываемых сыров, а также рентабельности сыродельных предприятий. Ряд проведенных исследований [1–3] посвящён изучению особенностей применения некоторых антимикробных и фунгицидных препаратов при производстве сыра. Целью нашей работы являлось изучение влияния антимикробных препаратов на молочнокислые и пропионовокислые бактерии заквасочной микрофлоры сыра в процессе его созревания и хранения.

Материалы и методы исследований. В работе использовали следующие материалы: пастеризованную нормализованную молочную смесь с массовой долей жира 2,8%, 30%-ный раствор хлористого кальция, молокосвертывающий ферментный препарат, бактериальную закваску лактококков, солевой рассол концентрацией 20%, калий азотнокислый, низин, лизоцим, сыр после самопрессования, в процессе созревания и хранения, бактериальные питательные среды для выращивания микроорганизмов.

Методы исследований: определение массовой доли влаги – по ГОСТ 3626, массовой доли жира – по ГОСТ 5867, кислотности – по ГОСТ 3624, массовой доли хлористого натрия по ГОСТ 3627, микробиологических показателей - по ГОСТ 9225, ГОСТ 10444.12, ГОСТ 10444.11, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 28566.

В работе использовали следующее оборудование: шкаф сушильный HS 61 А, магнитную мешалку MM2A, рН –метр HI 8314, ультратермостат U2, весы ВСЛ-400/1, лабораторную сыродельную ванну, набор режущего и вымешивающего инструмента,

формы для сыра, хладотермостат воздушный ХТ-3/40, шкаф-витрину ШВУ-0,4-1,3-20.

Результаты и их обсуждение. Для проведения исследований в лабораторных условиях была изготовлена опытная партия полутвердого ферментативного сыра «Белая Русь» с низкой температурой второго нагревания, формуемого насыпью. В качестве антимикробных использовали следующие препараты: калий азотнокислый (подавляет развитие БГКП и маслянокислых бактерий) в количестве 20 г/100 л; лизоцим (ферментный препарат, подавляет рост маслянокислых и условно-патогенных бактерий) в количестве 15 мл/100 л; низин (антибиотик полипептидного типа, эффективен исключительно против грамположительных бактерий, стрептококков, бацилл и некоторых анаэробных спорообразующих бактерий, снижает сопротивляемость спор термоустойчивых бактерий к нагреванию) в количестве 1г/100 л. Дозировки внесения препаратов подбирались с учетом опыта их использования в пищевой промышленности.

Указанные препараты вносили в молочную смесь перед свертыванием. Основные параметры ведения технологического процесса изготовления сыра соответствовали значениям, установленным в технической документации на сыр «Белая Русь». Сыр созревал при температуре 13°C и относительной влажности воздуха 80–85%.

В производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» было исследовано содержание молочнокислых бактерий (далее по тексту – МКБ) в сыре после 3, 30 и 60 суток созревания. Результаты исследований представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

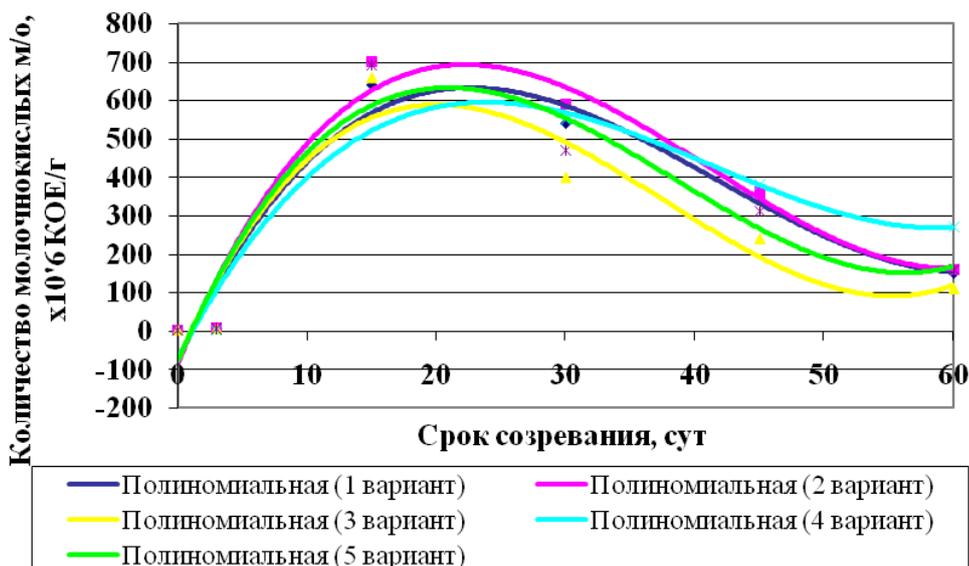


Рисунок 1- Динамика изменения содержания МКБ
1 вариант – контроль, 2 вариант – калий азотнокислый, 3 вариант – лизоцим,
4 вариант – низин, 5 вариант – калий азотнокислый и лизоцим

Таблица 1 – Содержание молочнокислых бактерий в сыре

Вариант	Срок созревания, сут	Содержание МКБ, КОЕ/г
Контроль	3	$(4,3 \pm 0,3) \cdot 10^6$
	30	$(5,4 \pm 0,4) \cdot 10^8$
	60	$(1,5 \pm 0,3) \cdot 10^8$
Калий азотнокислый	3	$(6,4 \pm 0,4) \cdot 10^6$
	30	$(2,0 \pm 0,4) \cdot 10^9$
	60	$(2,6 \pm 0,3) \cdot 10^8$
Лизоцим	3	$(5,4 \pm 0,4) \cdot 10^6$
	30	$(4,0 \pm 0,4) \cdot 10^7$
	60	$(1,1 \pm 0,2) \cdot 10^8$
Низин	3	$(1,4 \pm 0,2) \cdot 10^6$
	30	$(5,5 \pm 0,4) \cdot 10^8$
	60	$(2,7 \pm 0,3) \cdot 10^8$
Калий азотнокислый и лизоцим	3	$(5,9 \pm 0,4) \cdot 10^6$
	30	$(4,7 \pm 0,4) \cdot 10^8$
	60	$(1,6 \pm 0,2) \cdot 10^8$

Как видно из полученных результатов, во всех вариантах наибольшее содержание в сыре МКБ наблюдалась через 25–30 суток созревания сыра, а затем их количество постепенно уменьшалось. Изучение динамики развития МКБ показало, что на начальных этапах созревания сыра в варианте с добавлением низина наблюдалось незначительное угнетение развития молочнокислых бактерий, однако к концу срока созревания (60 суток) их содержание было сопоставимо со значением, установленным в контрольном варианте. Добавление лизоцима приводило к некоторому угнетению развития МКБ, по сравнению с контролем в начальный период созревания, однако после 2 месяцев созревания существенных отличий по содержанию молочнокислых бактерий в опытном и контрольном вариантах не наблюдалось. Использование калия азотнокислого вызывало некоторую стимуляцию роста МКБ на начальных этапах созревания сыра, но затем после 60 суток созревания отличие по содержанию молочнокислых микроорганизмов в опытном и контрольном вариантах нивелировалось.

В результате исследования нарастания активной кислотности в сыре после самопрессования установлено, что добавление в молочную смесь низина существенно ингибировало развитие молочнокислых микроорганизмов. Кроме того, сыр с добавлением низина после 45 суток созревания характеризуется низкой органолептической оценкой по вкусу и запаху, обладает выраженной горечью и низкой степенью зрелости. В результате исследования микробиологических показателей установлено, что добавление низина приводит к уменьшению содержания молочнокислых бактерий в сыре на начальных этапах созревания сыра в 3 раза. Поэтому в дальнейших исследованиях этот антимикробный препарат не использовался.

Целью следующего этапа работ являлось изучение влияния антимикробных препаратов на пропионовокислые бактерии рода *Propionibacterium* в процессе изготовления и хранения сыра. В лабораторных условиях была изготовлена опытная партия полутвердого ферментативного сыра «Масдамер» с использованием пропионовокислых бактерий, с низкой температурой второго нагревания, формуемого насыпью. В качестве антимикробных препаратов использовали лизоцим и калий азотнокислый, которые вносили в молочную смесь перед свертыванием в указанных ранее количествах. Сыр созревал при следующих температурных режимах: при температуре 13°C в течение первых 20 суток, затем при температуре 21°C в течение 20 суток и после этого при температуре 12°C в течение 20 суток.

После 1, 25, 40 и 60 суток созревания исследовалось содержание в сыре пропионовокислых бактерий. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание пропионовокислых бактерий в сыре

Вариант	Срок созревания, сут	Содержание, КОЕ/г
Контроль	1	$(6,4 \pm 0,4) \cdot 10^5$
	25	$(3,4 \pm 0,3) \cdot 10^6$
	40	$(2,0 \pm 0,3) \cdot 10^6$
	60	$(1,0 \pm 0,2) \cdot 10^6$
Калий азотнокислый	1	$(3,6 \pm 0,3) \cdot 10^5$
	25	$(2,3 \pm 0,3) \cdot 10^6$
	40	$(2,5 \pm 0,3) \cdot 10^6$
	60	$(1,7 \pm 0,2) \cdot 10^6$
Лизоцим	1	$(4,7 \pm 0,4) \cdot 10^5$
	25	$(4,7 \pm 0,4) \cdot 10^6$
	40	$(4,5 \pm 0,4) \cdot 10^6$
	60	$(7,5 \pm 0,4) \cdot 10^4$
Калий азотнокислый и лизоцим	1	$(7,4 \pm 0,4) \cdot 10^5$
	25	$(6,4 \pm 0,4) \cdot 10^6$
	40	$(4,0 \pm 0,4) \cdot 10^6$
	60	$(3,5 \pm 0,3) \cdot 10^4$

Изучение динамики развития пропионовокислых бактерий показало, что наибольшее содержание в сыре этих бактерий наблюдалась в период от 25 до 40 суток созревания сыра, а затем их количество постепенно уменьшалось. Это обусловлено более благоприятными условиями для развития пропионовокислых бактерий в этот период, которые характеризуются особым режимом созревания в теплой камере: повышенной температурой и влажностью. Кроме того, пропионовокислые бактерии способны утилизировать лактат кальция, образующийся в результате жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов. В целом, на основании результатов исследований можно сделать вывод о том, что использование калия азотнокислого и лизоцима, в том числе и совместное, не приводит к достоверным изменениям в динамике развития пропионовокислых бактерий в процессе созревания по сравнению с контрольным вариантом.

Заключение. Установлено, что содержание в сыре молочнокислых микроорганизмов достигает максимального значения через 25–30 суток созревания сыра, а затем их количество постепенно уменьшается.

Использование калия азотнокислого в количестве 20 г/100 л вызывало некоторую стимуляцию роста молочнокислых бактерий на начальных этапах созревания сыра в вариантах с добавлением калия азотнокислого и калия азотнокислого совместно с лизоцимом. Однако, после 2 месяцев созревания существенных отличий по содержанию молочнокислых бактерий в опытном и контрольном вариантах не наблюдается.

Добавление лизоцима в количестве 15 мл/100 л приводило к некоторому угнетению развития молочнокислых бактерий по сравнению с контролем в начальный период созревания (до 30 сут), однако, после 2 месяцев созревания существенных отличий по содержанию молочнокислых бактерий в опытном и контрольном вариантах не наблюдалось. Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что использование лизоцима в сырах с коротким сроком созревания нецелесообразно.

Установлено, что добавление в молоко перед свертыванием низина в количестве 1 г/100 л приводит к ингибированию процесса нарастания кислотности, нарушению свертываемости, плохому синерезису сгустка. Сыр с добавлением низина

после 45 суток созревания характеризовался низкой органолептической оценкой по вкусу и запаху, обладал выраженной горечью и низкой степенью зрелости. В результате исследования микробиологических показателей установлено, что добавление низина приводит к уменьшению содержания молочнокислых бактерий в сыре на начальных этапах созревания в 3 раза. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что использование низина в качестве препарата, подавляющего рост посторонней микрофлоры в сырах с использованием заквасочной микрофлоры, не целесообразно.

Список использованных источников

1. Шилера, Г.Г. Технология сыра. Справочник / Г.А. Белова, И.П. Бузов, К.Д. Буткус и др. под ред. Г.Г. Шилера – М., Легкая и пищевая промышленность, 1984. – С. 312.

Shilera, G.G. Tehnologija syra. Spravochnik [Technology of cheese. Reference book] / G.A. Belova, I.P. Buzov, K.D. Butkus i dr. pod red. G.G. Shilera – M., Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1984. – S. 312.

2. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков – М. ДеЛи принт, 2004. – С. 804.

Gudkov, A.V. Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty [Cheese making: technological, biological and physical and chemical aspects] / A.V. Gudkov – M. DeLi print, 2004. – S. 804.

3. Производство сыра: технология и качество. Перевод с французского Б.Ф. Богомоллова, под редакцией Г.Г. Шилера – М., «Агропромиздат», 1989. – С.496.

Proizvodstvo syra: tehnologija i kachestvo [Production of cheese: technology and quality]. Perevod s francuzskogo B.F. Bogomolova, pod redakciej G.G. Shilera – M., «Agropromizdat», 1989. – S.496.

L. Bogdanova¹, I. Frolov¹, N. Prokopiev²

¹ *Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

² *Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

STUDY OF THE EFFECT OF ANTIMICROBIAL AGENT ON STARTER POPULATION OF CHEESE DURING ITS RIPENING AND STORAGE

Summary

The article deals with the results of the study of effect of antimicrobial agents on lactic acid and propionic bacteria of starter population of cheese during its ripening and storage. It is established, that potassium nitrate causes some stimulation, while lysozyme suppresses the development of lactic acid bacteria at the initial stages of cheese ripening. However, further use of them doesn't lead to credible changes in the dynamics of the development of lactic acid and propionic bacteria and doesn't cause any changes in the taste and consistence of cheese during its ripening in comparison with the control variant. The addition of nisin (1 g for 100 liters) leads to the inhibition of acidity growth, coagulation failures, bad syneresis of the substance, and reduction of the quantity of lactic acid bacteria in cheese at the initial stages of cheese ripening, therefore it is not appropriate to use it.

Keywords: antimicrobial agents, starter population, microbial attributes, process of cheese ripening and storage.