

*К.В. Объедков, И.Б. Фролов, Т.И. Дымар, Ю.М. Здитовецкая  
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ВИДА СЫРА, СОЗРЕВАЮЩЕГО ПРИ УЧАСТИИ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ**

*В ходе выполнения задания государственной научно-технической программы разработана технология производства нового вида полутвердого ферментативного сыра, созревающего при участии пропионовокислых бактерий, который по своим характеристикам не уступает лучшим импортным аналогам. Освоение производства данного вида сыра позволит высвободить валютные средства, затрачиваемые на приобретение аналогичных видов сыров за рубежом, и расширить ассортимент выпускаемой продукции.*

### **Введение**

Сыры, созревающие при участии пропионовокислых бактерий, имеют важное значение в культуре питания населения Европы. К ним относятся сыры швейцарской группы (Эмменталь, Грюйер, Аппенцеллер и др.), с давних времен вырабатываемые на горных альпийских пастбищах, а также некоторые сыры, изготавливаемые во Франции (Бофор), Голландии (Маасдамер), Германии, Польше (Радамер) и других странах. На территории России производство сыров швейцарской группы началось в конце 18 века в Тверской губернии, а затем в массовом масштабе получило развитие в Закавказье и Алтайском крае. На территории нынешней Беларуси впервые производство швейцарских сыров было налажено в Витебской и Гродненской областях в середине 19 века.

В связи со значительным расширением торговых отношений Республики Беларусь с зарубежными странами, а также с возросшими потребностями населения в элитных сырах на нашем рынке появилось много новых видов сыров, в том числе созревающих при участии пропионовокислых бактерий. Характерные органолептические характеристики этой группы сыров (тонкий аромат, сладковатый пряный вкус) привлекают внимание как потребителей, так и производителей сыров.

Ассортимент изготавливаемых в Республике Беларусь сыров, созревающих при участии пропионовокислых бактерий, ограничен (Столичный, Цезарь, Тызенгауз, Каложский, Радзивилл, Купаловский, Монтерей). Следует отметить, что все перечисленные виды сыров изготавливаются с использованием импортных бактериальных заквасок и концентратов пропионовокислых бактерий. В этой связи является

целесообразной разработкой технологии и освоением производства нового вида сыра с использованием отечественного бактериального концентрата на основе пропионовокислых бактерий.

### **Материалы (объекты) и методы исследования**

Для проведения опытных выработок сыра использовали сыропригодное коровье молоко не ниже 1 сорта по СТБ 1598, хлористый кальций безводный, азотнокислый натрий, молокосвертывающие препараты (СГ-50, Kalase), сухие бактериальные концентраты молочнокислых и пропионовокислых бактерий по ТУ ВУ 100098867.273 – 2011.

Массовую долю жира в молоке определяли по ГОСТ 5867, массовую долю белка – по ГОСТ 25179, плотность – по ГОСТ 3625, титруемую кислотность – по ГОСТ 3624, активную кислотность – по ГОСТ 26781.

В опытных образцах сыра массовую долю жира определяли по ГОСТ 5867, массовую долю влаги – по ГОСТ 3626, степень зрелости – по [1], активную кислотность – по [2].

### **Результаты и их обсуждение**

На основании анализа патентной и технической информации по технологиям производства данной группы сыров были определены исходные требования, позволяющие разработать общую схему технологического процесса изготовления сыра с использованием отечественных бактериальных концентратов пропионовокислых бактерий. Она состоит из следующих операций:

- пастеризация молока (температура 72–74 °С);
- охлаждение молока до температуры свертывания (32–33 °С);
- внесение бакконцентрата;
- выдержка для активизации микрофлоры закваски (30–40 мин);
- внесение хлористого кальция и азотнокислого натрия;
- внесение молокосвертывающего препарата;
- свертывание (30–40 мин);
- разрезка сгустка и постановка зерна (10–15 мин);
- вымешивание (15–20 мин);
- удаление части сыворотки (25–30% от объема молока);
- добавление горячей воды (60–65 °С в количестве 15–20% от объема молока);
- нагрев до 38 °С;
- вымешивание (обсушка зерна) – 50–60 мин;
- слив сыворотки и зерна;
- подпрессовка сыра под слоем сыворотки (30 мин);
- самопрессование (30 мин);
- прессование (2 ч);
- охлаждение до температуры 6–8 °С в течение 12–14 ч;
- посолка сыра (3–4 ч);
- обсушка при температуре 10 °С (4–5 сут);

- нанесение защитного покрытия (трехкратно, с интервалом 3–4 сут);
- созревание при температуре 10–11 °С (10 сут);
- созревание в камере брожения при температуре 20–25 °С (15–20 сут);
- созревание при температуре 10–11 °С (20–30 сут).

В первой серии экспериментов сыр изготавливался в лабораторных условиях с использованием бактериальных концентратов (БК) пропионовокислых и молочнокислых бактерий. Целью исследований была отработка параметров технологического процесса при использовании различного сочетания и соотношения микроорганизмов в составе заквасочной микрофлоры. Видовой состав и дозировка внесения заквасочных микроорганизмов в смесь для выработки сыра представлены в таблице 1.

Таблица 1. Видовой состав и дозировка внесения заквасочной микрофлоры

Вид микроорганизмов	Дозировка внесения, КОЕ мл					
	1 вариант (БК 1)	2 вариант (БК 2)	3 вариант (БК 3)	4 вариант (БК 4)	5 вариант (БК 5)	6 вариант (БК 6)
<i>Lactococcus ssp.</i>	$6 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$
<i>Str. thermophilus</i>	–	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$	–	–	$6 \cdot 10^5$
<i>Lbc. casei</i>	$3 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$
<i>Lbc. helveticus</i>	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$
<i>Propionibacterium ssp.</i>	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^2$

Как видно из данных, представленных в таблице 1, количество мезофильных лактококков (сбраживающая основа) оставалось неизменным, а варьировалось содержание лактобацилл, термофильного стрептококка и пропионовокислых бактерий.

Технологический процесс производства сыра осуществлялся по описанной выше схеме. В процессе созревания сыров анализировались их физико-химические и органолептические показатели. Динамика изменения физико-химических показателей сыра в процессе созревания приведена в таблицах 2–7.

Таблица 2. Изменение физико-химических показателей сыра, изготовленного с использованием БК 1

Наименование показателя	Значение для сыра			
	после пресса	в возрасте		
		30 сут	45 сут	60 сут
Массовая доля влаги, %	47,8	46,0	45,2	44,5
Массовая доля жира в сухом веществе, %	45,1	44,8	45,0	45,2
Активная кислотность, ед. рН	6,25	5,22	5,35	5,50
Степень зрелости, град. Шиловича	-	70	80	120

Таблица 3. Изменение физико-химических показателей сыра, изготовленного с использованием БК 2

Наименование показателя	Значение для сыра			
	после пресса	в возрасте		
		30 сут	45 сут	60 сут
Массовая доля влаги, %	48,0	46,0	45,3	44,0
Массовая доля жира в сухом веществе, %	45,8	46,1	45,8	46,0
Активная кислотность, ед. рН	6,03	5,21	5,37	5,40
Степень зрелости, град. Шиловича	-	75	85	125

Таблица 4. Изменение физико-химических показателей сыра, изготовленного с использованием БК 3

Наименование показателя	Значение для сыра			
	после пресса	в возрасте		
		30 сут	45 сут	60 сут
Массовая доля влаги, %	48,2	46,3	44,8	43,2
Массовая доля жира в сухом веществе, %	44,5	44,0	44,2	44,5
Активная кислотность, ед. рН	6,24	5,17	5,30	5,55
Степень зрелости, град. Шиловича	-	80	90	105

Таблица 5. Изменение физико-химических показателей сыра, изготовленного с использованием БК 4

Наименование показателя	Значение для сыра			
	после пресса	в возрасте		
		30 сут	45 сут	60 сут
Массовая доля влаги, %	48,5	46,1	44,6	43,5
Массовая доля жира в сухом веществе, %	45,8	46,2	45,8	46,0
Активная кислотность, ед. рН	6,11	5,17	5,20	5,53
Степень зрелости, град. Шиловича	-	90	105	125

Таблица 6. Изменение физико-химических показателей сыра, изготовленного с использованием БК 5

Наименование показателя	Значение для сыра			
	после пресса	в возрасте		
		30 сут	45 сут	60 сут
Массовая доля влаги, %	45,2	42,5	41,8	40,5
Массовая доля жира в сухом веществе, %	44,8	44,7	45,1	45,0
Активная кислотность, ед. рН	6,13	5,10	5,23	5,26
Степень зрелости, град. Шиловича	-	80	90	100

Таблица 7. Изменение физико-химических показателей сыра, изготовленного с использованием БК 6

Наименование показателя	Значение для сыра			
	после пресса	в возрасте		
		30 сут	45 сут	60 сут
Массовая доля влаги, %	46,0	42,8	41,6	40,2
Массовая доля жира в сухом веществе, %	45,8	46,1	46,0	45,8
Активная кислотность, ед. рН	6,12	5,23	5,30	5,36
Степень зрелости, град. Шиловича	-	90	110	120

Как видно из данных, представленных в таблицах 2–7, показатель активной кислотности сыра (рН) во всех вариантах достигал своего минимального значения через 30 сут созревания, а затем увеличивался, что свидетельствует о протекающем процессе протеолиза белков с образованием свободных аминокислот. Это подтверждается и увеличением степени зрелости, которая была наиболее выражена в образцах сыра с использованием бакконцентратов 2 и 4 (с увеличенным содержанием *Lbc. casei*) и бакконцентрата 6 (с увеличенным содержанием *Str. thermophilus*).

Сыры в возрасте 60 сут анализировались по своим органолептическим характеристикам, которые представлены в таблице 8.

По совокупности характеристик наиболее высокую оценку по органолептическим показателям получили образцы сыра, выработанные с использованием бакконцентратов 3 и 6. Они обладали пластичной консистенцией, выраженным сырным, слегка сладковатым и пряным вкусом. В то же время отсутствие во всех образцах характерного рисунка для сыров, созревающих при участии пропионовокислых бактерий (равномерно расположенные круглые глазки диаметром 4–10 мм), может быть вызвано следующими причинами: недостаточной дозировкой внесения пропионовокислых бактерий, слабым давлением прессования либо негативным влиянием большого количества хлористого натрия (среднее содержание в сыре – 2,7 %) на развитие пропионовокислых бактерий. Кроме того, выработанный сыр характеризовался достаточно высокой активной кислотностью (5,1–5,2 ед. рН в возрасте 30 сут), что свидетельствует о повышенном уровне молочнокислого брожения, поэтому было принято решение уменьшить дозировку внесения мезофильных лактококков.

С целью дальнейшей отработки технологии изготовления сыра была проведена вторая серия экспериментальных выработок сыров. В технологический процесс были внесены следующие коррективы: уменьшена дозировка внесения мезофильных лактококков до  $1 \cdot 10^6$  КОЕ/мл, увеличена дозировка внесения пропионовокислых бактерий до  $5 \cdot 10^5$  КОЕ/мл, уменьшено время посолки сыра до 2 ч. Кроме того, были испытаны различные штаммы пропионовокислых бактерий: *Pr 106* (вариант 1), *Pr 1* (вариант 2), *Pr 3* (вариант 3), *Pr 2* (вариант 4).

Таблица 8. Органолептические характеристики сыров

Вариант	Консистенция	Рисунок	Вкус и запах
БК 1	Мягкая, пластичная	Единичные глазки округлой формы, диаметром 2-6 мм	Умеренно выраженный сырный, слегка пряный, кисловатый
БК 2	Мягкая, пластичная	Единичные глазки неправильной, щелевидной и округлой формы	Выраженный сырный, слегка острый, пряный
БК 3	Мягкая, пластичная	Единичные глазки щелевидной и округлой формы, диаметром 2-5 мм	Выраженный сырный, слегка острый, пряный
БК 4	Мягкая, пластичная	Неравномерно расположенные глазки округлой формы, диаметром 2-7 мм	Умеренно выраженный сырный, слегка пряный, сладковатый
БК 5	Пластичная	Равномерно расположенные глазки округлой формы, диаметром 3-7 мм	Умеренно выраженный сырный, кисловатый
БК 6	Пластичная	Равномерно расположенные глазки округлой формы, диаметром 2-6 мм	Выраженный сырный, сладковатый, пряный

Ход ведения технологического процесса изготовления сыра соответствовал предложенной ранее схеме. У сыров в возрасте 45 сут исследовались физико-химические и органолептические показатели. Данные представлены в таблицах 9 и 10.

Как видно из приведенных в таблице 9 данных, все опытные образцы сыра обладали достаточно высокой степенью зрелости. Варианты 3 и 4 характеризовались повышенным содержанием влаги и достаточно высокой кислотностью (особенно 3 вариант), что не характерно для сыров этой группы.

Таблица 9. Физико-химические показатели сыра

Наименование показателя	Значение для варианта			
	1	2	3	4
Массовая доля влаги, %	42,3	41,5	44,0	44,3
Массовая доля жира в сухом веществе, %	45,0	44,5	43,4	43,5
Активная кислотность, ед. рН	5,40	5,42	5,05	5,15
Степень зрелости, град. Шиловича	200	185	150	185

На основании полученных сведений по органолептической оценке (см. табл. 10) самыми лучшими признаны образцы сыров вариантов 1 и 2. Они обладали выраженным сырным, пряным, сладковатым вкусом и запахом, характерным рисунком и требуемыми физико-химическими показателями.

Таблица 10 – Органолептические характеристики сыра

Вариант	Консистенция	Рисунок	Вкус и запах
1	Умеренно плотная	Глазки округлой формы, диаметром 3-7 мм	Выраженный сырный, сладковатый, слегка пряный, характерный для сыров этой группы
2	Умеренно плотная	Глазки округлой формы, диаметром 4-8 мм	Выраженный сырный, сладковатый, пряный, характерный для сыров этой группы
3	Умеренно плотная, крошливая	Единичные глазки щелевидной формы	Умеренно выраженный сырный, кислый, слегка пряный, не характерный для сыров этой группы
4	Умеренно плотная	Глазки щелевидной формы	Умеренно выраженный сырный, слегка пряный, кисловатый

### **Вывод**

С учетом результатов, полученных в ходе лабораторных и промышленных выработок сыра, были разработаны технические условия ТУ ВУ 100098867.278-2012 «Сыр «Масдамер» и технологическая инструкция по его изготовлению. Разработка технологии и освоение производства нового вида сыра с использованием отечественного бактериального концентрата позволит расширить потребительский ассортимент и сэкономить валютные средства, затрачиваемые на приобретение импортных бактериальных концентратов и аналогичных видов сыров.

### **Литература**

1. Инихов, Г.С. Химический анализ молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. – Москва: Пищепомиздат, 1951. – 218 с.
2. Сборник технологических инструкций по производству твердых сычужных сыров / Угличский НИИ маслоделия и сыроделия. – Углич, 1989. – 219 с.

*K.V. Ob'edkov, I.B. Frolov, J.M. Zditovetskaya*

### **WORKING OUT OF THE TECHNOLOGY OF NEW KIND OF CHEESE RIPENING WITH THE ASSISTANCE OF PROPIONIC ACID BACTERIA**

### **Summary**

During performance of the state scientific and technical program new technology has been developed. This is the technology of a new kind of semi-firm rennet cheese ripening with the assistance of propionic acid bacteria. New cheese has characteristics which do not concede to the best import analogues. Developing of this cheese manufacture will allow to economy the currency means spent for acquisition of similar kinds of cheeses from abroad and to expand assortment of manufactured products.