Ольга Витальевна Скрябина, канд. техн. наук, доцент
Дина Сергеевна Рябкова, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина»

УДК 637.3.04
DOI: 10.31515/2073-4018-2023-3-45-47

Подбор видового и качественного состава микрофлоры закваски для сырного продукта специализированного назначения

Проведен анализ и подбор количественного соотношения культур в нормализованной молочно-растительной смеси. Целесообразно использовать сочетание заквасок в следующих соотношениях: R-704 – BB-12 — 1 : 1; R-704 — La casei — 1 : 1; BB-12 – La casei — 1 : 1; R-704 — BB-12 — La casei – 1 : 1 : 1. Данные сочетания были исследованы для сквашивания (свертывания) нормализованной смеси. Выбраны контролируемые параметры: титруемая и активная кислотность сгустка и сыворотки; массовая доля сухих веществ в сыворотке; время образования сгустка; выход сырного зерна и сыворотки; массовая доля влаги, кислотность и органолептические показатели сырного зерна; общее количество молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий.
В качестве контрольного образца использовалось обезжиренное молоко. Изучен химический состав подсырной сыворотки, физико-химические, органолептические и микробиологические показатели полученной сырной массы. В контрольном и опытных продуктах также определяли количество лактозы (молочного сахара). По совокупности полученных результатов был получен оптимальный состав закваски для получения нового сырного продукта специализированного назначения.

Ключевые слова: *сырный продукт, состав, микрофлора, закваска, специализированный продукт.*

Scriabina O. V., Ryabkova D. S. Selection of the specific and qualitative composition of the microflora of the starter culture for a specialized cheese product
Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin

The analysis and selection of the quantitative ratio of crops in the normalized milk-vegetable mixture was carried out. It is advisable to use starter cultures in combination with other bacterial starter cultures in the following ratios: R-704 – BB-12 – 1 : 1; R-704 – La casei – 1: 1; BB-12 – La casei – 1:1; R-704 – BB-12 – La casei – 1 : 1: 1. These combinations were investigated for the fermentation (coagulation) of the normalized mixture. Controlled parameters were selected: titrated and active acidity of the clot and serum; mass fraction of dry substances in the serum; time of clot formation; yield of cheese grain and whey; mass fraction of moisture, acidity and organoleptic parameters of cheese grain; total number of lactic acid microorganisms and bifidobacteria. Skimmed milk was used as a control sample. The chemical composition and parameters of the subsurface serum, physico-chemical, organoleptic and microbiological parameters of the resulting cheese mass were studied. Skimmed milk was used as a control sample. The chemical composition and parameters of the subsurface serum, physico-chemical, organoleptic and microbiological parameters of the resulting cheese mass were studied. The amount of lactose (milk sugar) was also determined in the control and experimental products. Based on the totality of the results obtained, the optimal composition of the starter culture was obtained for obtaining a new cheese product for specialized purposes.

Key words: *cheese product, composition, microflora, starter culture, specialized product.*

Российский рынок сыров в настоящее время находится в постоянно растущей динамике. В 2022 г. потребление сыра выросло на 13 % по сравнению с 2021 г. В среднем потребление в квартал составляет 273 тыс. т. Однако в рамках импортозамещения на рынке все больший сегмент занимают сырные продукты, в частности специализированного назначения. В связи с этим постоянный анализ и подбор видового состава микрофлоры закваски сырного продукта — это неотъемлемая часть

управления его качеством. Постоянный контроль позволяет получить на выходе качественный и безопасный продукт [1, 4, 5]. Исследование основывалось на изучении жизнеспособности микрофлоры заквасок и установлении количественного соотношения культур в нормализованной молочно-растительной смеси [2]. Для этого исследования был выбран состав изучаемых биообъектов, представленный ниже.

Вид	Состав культуры
Лиофилизированная DVS культура BB-12	*Bifidobacterium lactis*
Лиофилизированная DVS культура *L. casei* 01	Мезофильная молочная культура *Lactobacillus paracasei* подвид *paracasei*
Лиофилизированная DVS культура R-704	Мезофильные гомоферментативные молочнокислые стрептококки

Обоснование подбора данных культур основывалось на многократных исследованиях их развития в молочных и молокосодержащих продуктах. Культура BB-12 с *Bifidobacterium lactis* используется в производстве различных биопродуктов, содержащих консорциумы термофильных микроорганизмов в сочетании с мезофильными культурами. Культуры могут применяться в зависимости от способов производства: резервуарных, термостатных, сквашенных молочных продуктах, а также для обогащения всех видов молочных продуктов. Оптимальная температура развития этих культур составляет 37 °С, но они могут развиваться в пределах от 35 до

45 °С, при этом количество жизнеспособных клеток в 1 г находится в пределах от $5 \cdot 10^{10}$ до $5 \cdot 10^{11}$.

Мезофильная молочная культура, содержащая *Lactobacillus paracasei* подвид *paracasei* (бактериальная закваска *Lactobacillus casei* 01), используется в производстве как кисломолочных продуктов, так и сыров. Мезофильные гомоферментативные молочнокислые стрептококки, включающие в себя штаммы *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* и *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (бактериальная закваска R-704), образуют молочную кислоту без газа. Это культура с повышенной стойкостью к фагам. Данная закваска рекомендуется для производства сыров с мелкопористой структурой.

В основе процесса производства мягких кисломолочных сыров лежит ферментация лактозы и азотистых соединений в молоке или сырном сгустке под воздействием микроорганизмов. Следовательно, активность заквасочной микрофлоры является одним из главных условий изготовления сырных продуктов высокого качества и безопасных для здоровья потребителей.

Исходя из вышеперечисленных характеристик заквасок, одна из которых (бактериальная закваска R-704) является культурой с определенным штаммом, улучшенной устойчивостью к бактериофагу, поэтому целесообразно использовать эту закваску в сочетании с другими бактериальными закваскими в следующих соотношениях: R-704 — BB-12–1: 1; R-704 — *La casei* — 1: 1; BB-12 — *La casei* — 1: 1; R-704 — BB-12 — *La casei* — 1: 1: 1.

Данные сочетания были исследованы для свертывания (сквашивания) нормализованной смеси. Следует отметить, что молочная составляющая смеси подвергалась гидролизу, тем самым была получена низколактозная молочно-растительная смесь.

При выработке сырного продукта специализированного назначения использовался режим пастеризации нормализованной смеси при 74±2 °С с выдержкой от 15 до 20 с. Выбор такого режима основывается на не усилении гидрофильных свойств казеина, что обеспечивает хорошие синергетические свойства сгустка во время его обработки и самопрессования получаемого сыра.

При изучении процесса свертывания нормализованной молочно-растительной смеси в качестве контрольных показателей, характеризующих эффективность данного процесса, использовали: титруемую и активную кислотность сгустка и сыворотки; массовую долю сухих веществ в сыворотке; время образования сгустка; выход сырного зерна и сыворотки; массовую долю влаги, кислотность и органолептические показатели сырного зерна; общее количество молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий.

Контроль — обезжиренное молоко, которое сквашивалось закваской R-704.

Количество ассоциированной закваски вносили в нормализованную смесь в зависимости от рекомендации производителя в пересчете на объем экспериментальной смеси, это составляет 3,2±0,5 %. Культуру извлекали из морозильной камеры, обрабатывали верх пакета спиртом, вскрывали его в стерильных условиях специального бокса, оборудованного бактерицидными излучателями и манипулятором. Затем модифицированные гранулы вносили непосредственно в пастеризованную нормализованную смесь (опытные выработки) и обезжиренное молоко (контроль) при медленном перемешивании в течение 10–15 мин для равномерного распределения культур. Температуру свертывания (сквашивания) устанавливали 35±1 °С.

Результаты исследования динамики титруемой кислотности контрольного и опытных образцов представлены в табл. 1. В контрольной нормализованной смеси было обезжиренное молоко, не подвергавшееся процессу гидролиза.

Динамика титруемой кислотности в различных опытных вариантах изменялась в зависимости от вида культур. Так как культура BB-12 не является активным кис-

Таблица 1

Титруемая кислотность в процессе свертывания (сквашивания) нормализованной смеси

Номер опыта	Соотношение (культур) заквасок	Время свертывания, ч								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Титруемая кислотность, ° Т								
1	Контроль – R-704	18	18	19	19	21	25	27	–	–
2	R-704 – BB-12 (1:1)	18	17	18	20	21	23	26	29	30
3	BB-12 – La *casei* (1:1)	18	19	19	20	22	25	28	30	–
4	R-704 – La *casei* (1:1)	18	18	19	20	21	25	29	–	–
5	*R-704 – BB-12 – La casei (1:1:1)*	18	18	19	20	22	24	27	29	–

Таблица 2

Физико-химические показатели процесса свертывания (сквашивания) нормализованной смеси

Номер опыта	Соотношение (культур) заквасок	Время свертывания, ч				Время образования сгустка, мин
		В начале свертывания		В конце свертывания		
		титруемая, °Т*	активная, ед. pH	титруемая, °Т	активная, ед. pH	
1	Контроль – R-704	18	6,62	27	6,26	420±15
2	R-704 – BB-12 (1:1)	18	6,64	30	6,10	540±10
3	BB-12 – *La casei* (1:1)	18	6,65	30	6,12	480±10
4	R-704 – *La casei* (1:1)	18	6,62	29	6,23	420±20
5	R-704 – BB-12 – *La casei* (1:1:1)	18	6,64	27	6,15	480±20

* Отклонение титруемой кислотности составляет ± 1,0 °Т.

Таблица 3

Химический состав и показатели подсырной сыворотки

Номер опыта	Активная кислотность сыворотки, ед. pH	Массовая доля сухих веществ, %
1 (контроль)	6,16	6,3±0,1
2	6,20	7,1±0,2
3	5,92	7,6±0,1
4	5,82	6,3±0,2
5	5,63	6,1±0,1

Таблица 4

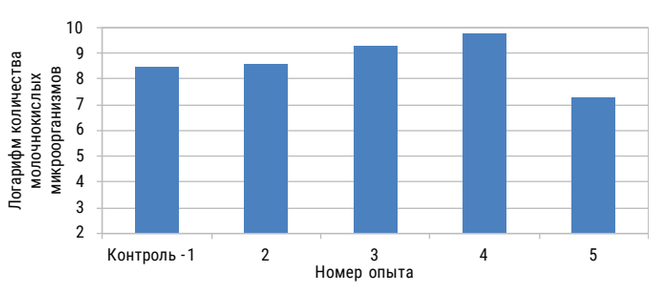
Физико-химические и органолептические показатели сырной массы

Номер опыта	Расход нормализованной смеси на 1 кг	Массовая доля влаги в сырном зерне, %	Титруемая кислотность, °Т	Органолептические показатели
1	6,8	60,0±2,0	27,0±1,2	Чистый кисломолочный вкус и запах, цвет белый
2	6,7	67,2±1,5	28,2±1,0	Кисловатый привкус и запах, цвет белый
3	7,5	72,0±1,0	30,5±1,5	Чистый кисломолочный вкус и запах, цвет белый
4	6,5	60,5±0,5	28,5±1,0	Чистый кисломолочный вкус и запах, цвет белый
5	7,0	75,2±0,2	29,2±1,2	Кисловатый вкус и запах, цвет белый

лотообразователем, сгусток образовывался несколько позднее и медленно уплотнялся. Культура *La casei* более активный кислотообразователь, с ее введением в состав комбинации время свертывания было в пределах контроля (420±20 мин) [2]. Физико-химические показатели, характеризующие процесс свертывания (сквашивания) нормализованной смеси, представлены в табл. 2.

По результатам исследования, все варианты как контрольный, так и опытные, отличаются низкой титруемой кислотностью полученных сгустков. По органолептическим показателям сгусток имеет нежную, пластичную, но не рыхлую консистенцию и мягкий кисломолочный вкус. Результаты анализа сыворотки, отделенной от сгустка, представлены в табл. 3.

Характеристика физико-химических и органолептических показателей сырной массы представлена в табл. 4.



Микробиологические показатели сырной массы

Таблица 5

Содержание молочного сахара (лактозы) в контрольном и опытных образцах

Номер опыта	Соотношение (культур) заквасок	Содержание молочного сахара, %		
		Нормализованная смесь	После самопрессования	После выдержки 1 сут
1	Контроль – R-704	4,8±0,1	1,38±0,05	1,25±0,08
2	R-704 – BB-12 (1:1)	2,4±0,1	0,08±0,05	следы
3	BB-12 – La *casei* (1:1)	2,4±0,1	0,09±0,05	следы
4	R-704 – La *casei* (1:1)	2,4±0,1	0,05±0,05	следы
5	*R-704 – BB-12 – La casei (1:1:1)*	2,4±0,1	0,08±0,05	следы

Микробиологические показатели сырной массы приведены на рисунке.

Культуры закваски получили активное развитие во всех вариантах опытных образцов, а также в контрольном. Наилучшие результаты были получены в образце 4, где достигнута оптимальная жизнеспособность всех культур, входящих в композицию ассоциированной закваски.

В контрольном и опытных продуктах определяли количество лактозы (молочного сахара) (табл. 5).

По полученным данным в процессе молочнокислого брожения нормализованной смеси почти завершается процесс сбраживания лактозы в опытных образцах 2, 3, 4, 5, тогда как в контрольном образце осталась несброженной (1,38±0,05 %), т. е. 28,75 % от ее содержания в нормализованной смеси.

Анализ совокупности полученных данных при исследованиях показал, что в качестве культур ассоциированной закваски для нового сырного продукта наилучшим будет соотношение 1:1 *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (закваска R-704) и *Lactobacillus paracasei* (закваска *Lactobacillus casei*-01).

Исследования, проведенные по подбору видового и качественного состава микрофлоры закваски, позволяют получить сырный продукт стабильного качества, при условиях соблюдения всех параметров и режимов производства.

Список литературы

1. **Ивкова, И. А.** Управление качеством молочных продуктов/И. А. Ивкова [и др.] // Journal of mechanics of continua and mathematical sciences. 2020. No. 8. P. 292–306.

2. **Рябкова, Д. С.** Исследование и разработка технологии сырного продукта с функциональными ингредиентами для профилактического питания: автореф. дис. ... канд. техн. наук/Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2011.

3. **Скрябина, О. В.** Передовые специализированные технологии производства пищевых продуктов в рамках Food Net/О. В. Скрябина [и др.] // Scientific Conference The Fifth Technological Order: Prospects for the Development and Modernization of the Russian.

4. **Чернопольская, Н. Л.** Биотехнология специализированного пищевого продукта на основе молока для питания спортсменов/ Н. Л. Чернопольская, Н. Б. Гаврилова // Пищевая промышленность. 2019. № 10. С. 20 — 24.