

УДК 637.146.33/334(045)

*Н.Н. Фурик, к.т.н., Н.К. Жабанос к.т.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **ПОЛИВИДОВЫЕ ЗАМОРОЖЕННЫЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ЗАКВАСКИ ДЛЯ СЫРОВ**

*(Поступила в редакцию 4 апреля 2016 г.)*

*В статье приведены результаты работы по созданию технологии производства поливидовых замороженных концентрированных заквасок для сыров, определению оптимальных дозировок их внесения в молочное сырье. Определены температурные параметры производства сыров, обеспечивающие необходимую степень нарастания кислотности молока в процессе выработки сыра при использовании разработанных заквасок.*

**Ключевые слова:** заквасочные культуры, технология производства заквасок, замороженные концентрированные закваски, сыр, производство сыра.

**Введение.** Традиционно в Республике Беларусь производится достаточно большой объем сыров с низкой температурой второго нагревания, как традиционных, так и с небольшими сроками созревания. [1] Бактериальные закваски – функционально необходимые компоненты биотехнологии ферментированных пищевых продуктов, в том числе сыров. Сектор производства сыра является одним из самых динамичных, изменения затрагивают все аспекты деятельности, от получения сырого молока до упаковки. Концентрированные закваски (сухие и замороженные), являются наиболее востребованными функционально необходимыми компонентами наряду с ферментными препаратами, используемыми в сыроделии [2, 3, 4]. Новые разработки постоянно появляются и в области заквасочных культур. В последние годы наблюдается тенденция расширения спектра микроорганизмов, включаемых в состав микрофлоры заквасок для сыров. Это связано со стремлением улучшить органолептические свойства традиционных сыров, повысить их пищевую и биологическую ценность, интенсифицировать процесс выработки и ускорить созревание, повысить устойчивость к биоповреждениям [2, 3, 4].

Описанная выше значимость заквасок в биотехнологии сыров обусловлена тем, что при их производстве и созревании осуществляется развитие заквасочной микрофлоры, приводящее к:

- преобразованию основных составных частей молока (лактоза, белки и липиды) в компоненты сырной массы (модифицированные белки и жир, пептиды, свободные жирные и свободные карбоновые кислоты, аминокислоты и другие соединения), определяющие уникальные органолептические, специфические пищевые, диетические и профилактические свойства сыра;

- изменению физико-химических характеристик сырной массы, участвующих в формировании консистенции и структуры сыра;

- обеспечению сохранения продукции во время хранения за счет сбраживания лактозы, накопления органических кислот, поглощения кислорода, образования других специфических и неспецифических соединений с антимикробным действием [2].

Накопленные результаты исследований свидетельствуют о том, что интенсивность и направленность процессов, протекающих во время производства и оборота сыров, во многом зависят от характера используемой заквасочной микрофлоры: группового, видового и штаммового состава, физиолого-биохимических и биотехнологических свойств культур, их численности, соотношения и активности, адекватности реакции на используемые в производстве технологические режимы. Учитывая это, отечественными и зарубежными научно-исследовательскими организациями и специализированными фирмами постоянно ведутся научные исследования, направленные на совершенствование состава и свойств микрофлоры бактериальных заквасок.

В настоящее время в Республике Беларусь разработаны сухие концентрированные закваски для сыров разных видов, разработаны замороженные концентрированные закваски для сыров СЫР-1 на основе лактококков. Создание отечественных технологий производства поливидовых замороженных заквасок для полутвердых сыров позволит обеспечить предприятия разноплановыми замороженными заквасками, снизить зависимость сыродельных предприятий от поставок зарубежных заквасок.

**Цель исследований** – разработать и освоить технологию производства поливидовых замороженных концентрированных заквасок прямого внесения для изготовления полутвердых сыров.

**Материалы и методы исследований.** В работе использованы общепринятые методы исследований.

**Результаты и их обсуждение.** На сегодняшний день рынок бактериальных заквасок представлен концентрированными сухими и замороженными бактериальными заквасками, представляющими собой чистые культуры молочнокислых бактерий и содержащими в 1 г (см<sup>3</sup>) не менее 10 млрд. жизнеспособных клеток.

В настоящее время в сыроделии для производства полутвердых сыров используют молочнокислые бактерии: лактококки, термофильные стрептококки, лейконостоки, мезофильные лактобациллы (*L. casei*, *L. paracasei* и *L. plantarum*) и термофильные лактобациллы (*L. helveticus*, *L. delbrueckii bulgaricus*, *L. delbrueckii lactis*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*) [2].

Применение лактококков некоторых таксонов (*Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*), способных утилизировать цитраты в присутствии углеводов с образованием ацетата, диацетила, ацетоина, 2,3-бутандиола и углекислого газа, и лейконостоков (*Leuconostoc lactis*, *Leuc. mesenteroides subsp. cremoris*), разлагающих лактозу на те же составляющие, имеет важное значение в формировании вкуса, аромата и рисунка в сырах. Мезофильные гомоферментативные лактобациллы (*Lb. plantarum*, *Lb. casei*, другие), в зависимости от индивидуальных свойств штаммов и видов, могут и ускорять созревание сыров, но могут и вызывать в них пороки. Лактобациллы нечувствительны к бактериофагам лактококков, стимулируют развитие лактококков в совместных культурах, поэтому включение в закваски специально отобранных, проверенных штаммов лактобацилл, заведомо не образующих пороки в сырах, может повысить стабильность молочнокислого брожения при выработке сыра. При использовании заквасок, содержащих солеустойчивые штаммы лактококков и *Lb. casei*, можно увеличить скорость сбраживания лактозы, цитратов и повысить качество сыров. Термофильные лактобациллы (*Lb. helveticus*, *Lb. bulgaricum*, другие) обладают антагонистической активностью по отношению к маслянокислым бактериям, сбраживают углеводы, вносят вклад в формирование специфических органолептических показателей. Для получения сыра с выраженным вкусом и пластичной консистенцией за короткий срок созревания необходимы штаммы с высокой протеолитической активностью.

Таким образом, подбор микрофлоры заквасок в производстве сыров имеет первостепенное значение. Количественный и качественный состав закваски предопределяет направленность биохимических процессов при созревании сыра, тем самым формирует вкусовые и видовые особенности продукта. Кроме видовой принадлежности при подборе микрофлоры заквасок учитываются фагоустойчивость культур, их биологическая совместимость, энергия кислотообразования, способность к накоплению ароматических соединений, солеустойчивость штаммов.

В последние годы при производстве сыров используют замороженные поливидовые бактериальные закваски прямого внесения. Использование замороженных культур прямого внесения интенсифицирует технологический процесс, так как замороженные закваски не требуют активизации и обладают более высокой кислотообразующей активностью.

По результатам анализа основных стадий процесса изготовления полутвердых сыров и характеристики заквасочной микрофлоры определен групповой, видовой и штаммовый состав микроорганизмов.

Проведены исследования 36 культур *Lactococcus lactis ssp.* и 23 культур *Lactobacillus ssp.*, 39 штаммов *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* для отбора в состав консорциумов для изготовления заквасок замороженных молочнокислых бактерий для сыров по основным производственно-ценным свойствам:

- культуры *Lactococcus lactis subsp.* изучены по фагоустойчивости, активности и энергии кислотообразования, способности к аромато- и газообразованию, по отсутствию взаимного антагонизма, по сохранению стабильности производственно-ценных свойств;

- культуры *Lactobacillus helveticus* изучены по активности и энергии кислотообразования, культуры *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus rhamnosus* по наличию антагонистического воздействия на бактерии группы кишечных палочек и к возбудителям маслянокислого брожения;

- культуры *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* изучены по активности кислотообразования при двух температурах ( $42 \pm 1$ °C и  $30 \pm 1$ °C).

Для производства заквасок замороженных концентрированных для сыров разработано 3 консорциума микроорганизмов (таблица 1).

С учетом требований к закваскам концентрированным замороженным, формализованным в технических регламентах Таможенного союза, санитарных нормах и правилах «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» и Гигиеническом нормативе «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» разработаны ТУ ВУ 100098867.366-2014 «Закваски замороженные концентрированные молочнокислых бактерий для сыров».

Таблица 1 – Ассортимент и видовой состав замороженных заквасок для сыров

Наименование закваски и ее условное буквенное обозначение	Состав закваски
Закваска замороженная концентрированная молочнокислых бактерий для сыров СЫР-2	<i>Lactococcus lactis ssp.</i> <i>Lactobacillus plantarum</i>
Закваска замороженная концентрированная молочнокислых бактерий для сыров СЫР-3	<i>Lactococcus lactis ssp.</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , и <i>Lactobacillus casei</i> и/или <i>Lactobacillus paracasei</i>
Закваска замороженная концентрированная молочнокислых бактерий для сыров СЫР-6	<i>Lactococcus lactis ssp.</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , и <i>Lactobacillus rhamnosus</i> <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i>

В технические условия внесены как стандартизированные методы исследований заквасок, так и отработанные методики определения в закваске количества молочнокислых микроорганизмов, количества ароматообразующих микроорганизмов, количества лактобацилл, активности закваски и кислотообразующей активности.

В рамках проведения научно-исследовательских работ определено необходимое содержание микробных клеток лактококков и лактобацилл в заквасках поливидовых замороженных концентрированных прямого внесения для изготовления сыров.

Сформулированы технологические основы получения заквасок замороженных концентрированных молочнокислых бактерий для сыров и отражены в технологической схеме изготовления с отображением основных стадий производства.

На экспериментальной модельной установке для криозамораживания микробной массы «Биокрио-1» выработана экспериментальная партия заквасок замороженных концентрированных поливидовых для сыров СЫР-2 в количестве 20 порций. Отработаны технологические параметры фасовки заквасок в упаковочную единицу.

Проведены исследования закваски замороженной концентрированной молочнокислых бактерий для сыров СЫР-2. По органолептическим, микробиологическим показателям и показателям безопасности образец соответствовал требованиям проекта технических условий ТУ ВУ 100098867.366-2014 «Закваски замороженные концентрированные молочнокислых бактерий для сыров».

Проведены выработки 3-х опытных партий поливидовых концентрированных замороженных заквасок СЫР-2, СЫР-3, СЫР-6.

Изучен процесс сквашивания молочного сырья при внесении различных доз концентрированной замороженной основы лактококков и поливидовой концентрированной замороженной закваски СЫР-2 на ее основе.

Для определения технологических параметров использования проведены исследования изменения соотношения видового состава микрофлоры в ферментируемом сырье при условиях использования заквасок СЫР-2, СЫР-3, СЫР-6 для изготовления производственной закваски. Установлено, что закваска СЫР-2 может использоваться для приготовления производственной закваски из расчета 1Е.А на объем 300–600 дм<sup>3</sup>. Для заквасок СЫР-3 и СЫР-6 определено значительное изменение видового соотношения в производственной закваске, в связи с чем их использование может осуществляться только путем непосредственного внесения в подготовленную нормализованную смесь.

Проведена выработка сыра «Голландский премиум» 45%-ной жирности с использованием опытной партии закваски замороженной концентрированной молочнокислых бактерий для сыров СЫР-2 в условиях ОАО «Поставский молочный завод». Замороженная концентрированная закваска СЫР-2 вносилась непосредственно в нормализованную смесь. Показатели активной и титруемой кислотности на каждой стадии процесса изготовления сыров во всех выработках соответствовали нормируемым технологическим параметрам. На стадии резки сгустка и постановки зерна активная кислотность составляла 6,39 ед. рН. После прессования активная кислотность составляла 5,23 ед. рН, массовая доля влаги – 46,0%. Количество молочнокислых бактерий в зрелом сыре составило  $7,9 \times 10^8$  КОЕ/г, в том числе ароматообразующих бактерий –  $3,1 \times 10^8$  КОЕ/г, лактобацилл –  $4,5 \times 10^5$  КОЕ/г, что свидетельствует об активном протекании молочнокислого

процесса во время созревания сыра, сбалансированном развитии разных групп молочнокислых микроорганизмов.

Определены оптимальные дозировки внесения замороженных концентрированных заквасок молочнокислых бактерий для сыров, обеспечивающие необходимую степень нарастания кислотности молока в процессе выработки сыра или при изготовлении производственной закваски.

Изучено влияние температуры на нарастание активной кислотности при ферментации молочной смеси замороженными концентрированными заквасками СЫР-3 и СЫР-6, имеющими в своем составе заквасочные культуры с разным температурным оптимумом. Сквашивание молочной смеси проводили при температурах 30°C и 32°C.

Установлено, что повышение температуры ферментации при развитии заквасочной микрофлоры СЫР-6 способствует более интенсивному снижению активной кислотности и не оказывает значительного влияния на развитие заквасочной микрофлоры закваски замороженной концентрированной СЫР-3.

Проведены выработки разных видов сыров с использованием заквасок замороженных концентрированных молочнокислых бактерий для сыров СЫР-2, СЫР-3, СЫР-6 на ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат».

Технологические процессы изготовления сыров проведены в соответствии с параметрами, регламентируемыми технологической документацией. Сыры после пресса имели стандартные показатели по массовой доле жира (45%), массовой доле влаги (43,3%–44,4%), активной кислотности (5,38–5,4 ед. рН). Достижение необходимого показателя активной кислотности в сыре после пресса свидетельствует об активном протекании молочнокислого процесса.

В результате проведенных выработок сыров изготовлено 3333,1 кг усл. зр. сыра.

На основании проведенных исследований подтверждены дозировки внесения замороженных концентрированных заквасок молочнокислых бактерий для сыров и определены температурные параметры производства сыров, обеспечивающие необходимую степень нарастания кислотности молока в процессе выработки сыра, разработана и утверждена в установленном порядке технологическая инструкция по применению заквасок замороженных концентрированных молочнокислых бактерий для сыров СЫР-2, СЫР-3, СЫР-6.

**Заключение.** Согласно критериям, разработанным для отбора молочнокислых микроорганизмов в состав поливидовых замороженных концентрированных заквасок для сыров, составлено 3 консорциума микроорганизмов, определен их ассортиментный перечень и видовой состав, разработаны технологические параметры производства, изготовлены опытно-промышленные партии и, после подтверждения их качественных показателей, проведены выработки разных видов сыров на двух сыродельных предприятиях Республики Беларусь.

#### Список использованных источников

1. Ермакович, Г.М. О состоянии и перспективах развития молочной отрасли в Республике Беларусь / Г.М. Ермакович // Переработка молока. – 2007. – №3. – с. 24–26.

Ermakovich, G.M. O sostojanii i perspektivah razvitija molochnoj otrasli v Respublike Belarus' [About the situation and prospects of development of milk industry in the Republic of Belarus] / G.M. Ermakovich // Pererabotka moloka. – 2007. – №3. – s.24–26.

2. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.

Gudkov, A.V. Syrodelie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty [Cheesemaking: technological, biological and physical and chemical aspects] / pod red. S.A. Gudkova. – M.: DeLi print, 2003. – 800 s.

3. 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.

4. Скотт, Р. Производство сыра. Научные основы и технологии / Р. Скотт, Р.К. Робинсон, Р.А. Уилби. – СПб: Профессия, 2005. – 464 с.

Skott, R. Proizvodstvo syra. Nauchnye osnovy i tehnologii [Production of cheese. Scientific bases and technologies] / R. Skott, R.K. Robinson, R.A. Uilbi. – SPb: Professija, 2005. – 464 s.

*N. Furik, N. Zhabanos*

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

## **POLYSPECIFIC FROZEN CONCENTRATED STARTERS FOR CHEESES**

### **Summary**

*The article reveals the results of the work on the development of production technology of polyspecific frozen concentrated starters for cheeses, as well as on the determination of optimal rates of their application into the milk raw material. Temperature parameters for cheese production that provide desired degree of milk acidity growth during cheese manufacturing process with using developed starters are identified.*

**Keywords:** starter cultures, starter production technology, frozen concentrated starters, cheese, cheese production.