

С.Б. Борунова, Н.Н. Фурик, к.т.н.  
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

## ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА ТЕРМОФИЛЬНЫХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СОСТАВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ДЛЯ ЙОГУРТА И ЙОГУРТНЫХ ПРОДУКТОВ

Проведен подбор молочнокислых микроорганизмов в состав поливидового концентрата, предназначенного для изготовления йогурта и йогуртных продуктов. Отобрано 30 штаммов *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* и 5 штаммов болгарской палочки и 2 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*. Составлено 76 комбинаций и проведено изучение их стабильности при многократных пассажах в молоке.

**Введение.** Современная технология производства ферментированных молочных продуктов предусматривает использование сухих и замороженных бактериальных концентратов молочнокислых бактерий. Технология производства йогурта основана на сквашивании подготовленного молочного сырья специальными классическими «йогуртными» культурами молочнокислых бактерий: болгарской палочкой и термофильным стрептококком [1]. Болгарская палочка *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* обладает высокой биологической активностью в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов кишечника, ускоряет их гибель и обеспечивает тем самым быстрое и эффективное заселение кишечника нормальной микрофлорой (бифидобактериями и ацидофильными лактобактериями). Термофильный стрептококк *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* образует внеклеточные полимеры – полисахариды, являющиеся углеводбелковыми комплексами, в состав углеводной части входят глюкоза, галактоза, рамноза, белковой части – ряд аминокислот, что обеспечивает консистенцию продукта и предупреждает синерезис [2].

В настоящее время в зарубежных странах йогурт является самым популярным напитком среди кисломолочных продуктов. Для улучшения его вкусовых качеств и расширения рынка используются различные фруктовые добавки, подсластители, ароматизаторы [3]. Для усиления ле-

чебно-профилактических свойств йогуртов в зарубежных странах в состав заквасок дополнительно стали вводить пробиотические культуры лактобацилл и бифидобактерий различной видовой принадлежности [4, 5].

Цель работы – изучение производственно-ценных свойств заквасочных культур для йогурта и йогуртных продуктов, определение критериев их отбора в состав поливидового бактериального концентрата для йогурта, получение стабильных йогуртных комбинаций.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследований являлись штаммы термофильного стрептококка, болгарской палочки из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо–молочной промышленности» и штаммы лактобацилл, планируемые для пополнения коллекции.

Микроскопический препарат определяли по ГОСТ 9225–85.

Определение титруемой кислотности проводили по ГОСТ 3624–92.

Активность кислотообразования штаммов. 3% исследуемой культуры вносили в пастеризованное молоко, тщательно перемешивали и термостатировали при температуре  $(42 \pm 1)^\circ\text{C}$  до образования сгустка. Об активности кислотообразования штамма судили по времени образования сгустка. После образования сгустка пробы оставляли при комнатной температуре на 1–2 ч, после чего помещали в холодильник (температура  $2\text{--}4^\circ\text{C}$ ), выдерживали в течение 16–18 ч, а затем определяли характер сгустка, вкус и консистенцию. В момент образования сгустка определяли титруемую кислотность (по ГОСТ 3624–92) титрометрическим методом. Предельную кислотность микроорганизмов определяли после внесения 3% культуры в стерильное обезжиренное молоко и выдержки при температуре  $42\text{--}45^\circ\text{C}$  в течение 7 сут.

Активную кислотность (рН) измеряли по ГОСТ 26781–85.

Устойчивости к химическим агентам – NaCl, желчи определяли путем добавления соответствующих концентраций используемых агентов к среде М17 и культивирования в ней в течение 48 ч.

Определение антагонистической активности лактобацилл к *E. coli*. На чашки Петри с агаризованной средой MRS–1,5 (среда MRS с добавлением 1,5% агара) в лунку засеивали 16 часовую исследуемую культуру. Чашки термостатировали в течение 48 ч при температуре  $42^\circ\text{C}$ . Затем в пробирку с полужидкой средой ГО–0,7 (гидролизованное молоко с до-

бавлением 0,7% агара) вносили 0,3 мл 16 часовой тесткультуры *E. coli* и засекали сплошным газоном на чашки с исследуемыми штаммами. Чашки термостатировали при 37 °С в течение 16–24 ч. О наличии антагонистической активности исследуемых штаммов судили по зонам задержки роста тест-культур.

**Результаты и их обсуждение.** Для разработки схем подбора молочнокислых микроорганизмов в состав устойчивых поливидовых консорциумов для изготовления йогурта исследовали производственно ценные свойства штаммов. Исследовано 104 культуры *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Культуры исследовали по активности сквашивания молока, реологическим данным белковых структур, создаваемым в молоке, органолептическим показателям, пределу кислотообразования.

Время сквашивания молока исследуемыми штаммами при 3% инокуляции находилось в пределах 2,5 – 4 ч (рис. 1). Установлено, что 29% штаммов сквашивали молоко за 2,5 ч, 66% – за 3 ч, у 5% культур время сквашивания составляло 3,5 и 4 ч.

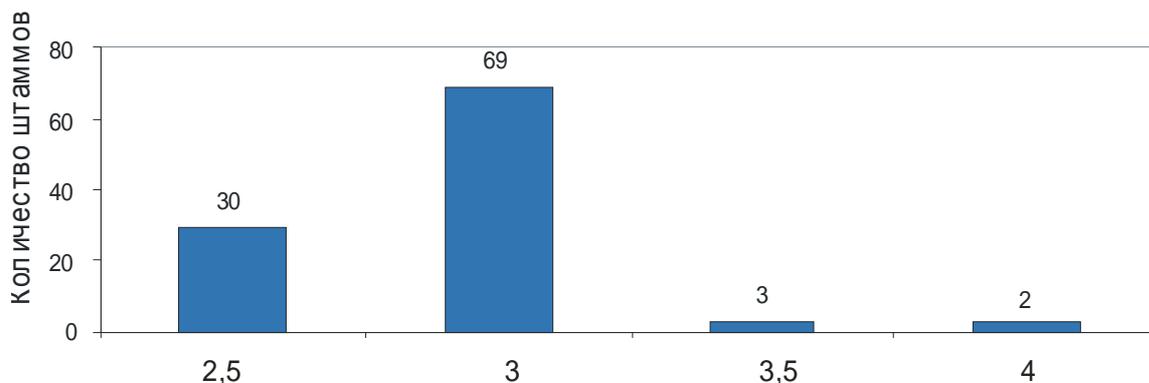


Рисунок 1 – Время сквашивания пастеризованного цельного молока культурами *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*

По вязкости сгустков, степени разрушения их структуры, культуры разделили на три типа:

- первый тип – культуры, образующие сгусток с очень вязкой консистенцией (13,5% от всех исследуемых культур);
- второй тип – культуры, образующие консистенцию сгустка средней вязкости (15,4%);

- третий тип – культуры, образующие сгустки невязкой консистенции (71,1%).

Для формирования консистенции при производстве йогуртов предпочтительнее использовать культуры термофильного стрептококка, которые образуют сгустки первого и второго типов. Использование штаммов, обладающих вязкостью, позволяет повысить влагоудерживающую способность сгустков и получить продукт прочной, однородной, вязкой консистенции, т.е. исключить синерезис продукта. Остальные штаммы термофильного стрептококка более пригодны для приготовления творога ускоренным способом, а также ряженки и подобных ей кисломолочных напитков.

Определение предельной кислотности культур показало, что она находилась в диапазоне 95–145 °Т. Так как при производстве йогуртов предпочтительнее использовать культуры *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, имеющие невысокую предельную кислотность, отбирали культуры с предельной кислотностью до 120 °Т (49% от исследуемых штаммов).

Таким образом, для работ по созданию поливидовых консорциумов для производства йогурта и йогуртных продуктов отобрано 30 штаммов *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, сквашивающих молоко за 2,5–3 ч, образующих очень вязкие или средневязкие сгустки с предельной кислотностью 95–120 °Т.

Для включения в состав поливидовых консорциумов для йогурта исследовали свойства 7 культур термофильных лактобацилл: 2 культуры болгарской палочки из Централизованной отраслевой коллекции промышленных штаммов молочнокислых бактерий РУП «Институт мясо–молочной промышленности» и 5 культур *Lactobacillus delbrueckii* (3 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и 2 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*), планируемых для пополнения коллекции. Культуры исследовали по активности сквашивания молока, характеру белковых сгустков, органолептическим показателям, активности кислотообразования и предельной кислотности.

Результаты исследований производственно-ценных свойств исследуемых штаммов лактобацилл приведены в табл. 1. Время образования исследуемыми штаммами лактобацилл молочного сгустка варьировало в пределах 3,16–5,5 ч. Сформированные сгустки были не вязкой консистен-

ции, имели выраженный кисломолочный вкус и запах. Образование белкового сгустка при ферментации молока отдельными штаммами лактобацилл происходило при различной титруемой кислотности (от 52 до 85 °Т, предельная титруемая кислотность штаммов колебалась от 181 до 255°Т).

Таблица 1– Производственно–ценные свойства штаммов *Lactobacillus delbrueckii*

Род, вид культуры	Исследуемый штамм	Время образования сгустка в молоке, ч	Титруемая кислотность в момент образования сгустка, °Т	Предельная кислотность, °Т	Органолептические показатели (характер сгустка, запах, вкус)
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	б 6	3,5	73	255	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	б 8	4,5	65	224	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	б 18/2	4,0	52	197	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	L32/2	3,5	67	194	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	L33/1	3,16	63	181	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. lactis</i>	б 10	4,5	69	225	Невязкий, чистый кисломолочный
<i>L. delbrueckii subsp. lactis</i>	L39/4	3,5	85	246	Невязкий, чистый кисломолочный

Дополнительно изучены медико-биологические свойства лактобацилл и их антагонистическая активность. Все культуры развивались в среде, содержащей 2% NaCl, некоторые росли при содержании соли в среде 3% (б 8, L32/2, L33/1, б 10, L39/4). Роста штаммов при содержании в питательной среде 4% NaCl не обнаружено. Изучена способность культур расти в среде с желчью в количестве 20 и 40%.

Устойчивость к содержанию в среде 20% желчи проявили все культуры. Установлено, что при содержании в среде 40% желчи исследуемые штаммы лактобацилл не росли. Исследования по изучению антагонистической активности культур показали, что у штаммов наблюдалась средняя антагонистическая активность по отношению к кишечной палочке (размер зоны задержки роста составлял от 4–8 мм).

Таким образом, все исследуемые штаммы лактобацилл обладают близкими по своим характеристикам производственно-ценными (за исключением предельного значения образуемой молочной кислоты), меди-

ко-биологическими свойствами и невысокой антагонистической активностью по отношению к *E. coli*. Для использования в составе комбинаций для йогуртов были отобраны 5 штаммов *L. bulgaricus*: b6; b8; b18/2; L32/2; L33/1, устойчивых к продуктам метаболизма кишечной микрофлоры, и обладающих антагонистической активностью к кишечной палочке, и 2 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*.

Как известно, йогурт изготавливается путем ферментации молочной основы специально подобранной комбинацией культур *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (*Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*) и *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Термофильный стрептококк, снижая окислительно–восстановительный потенциал и pH (от 6,55 до 5,7), стимулирует болгарскую палочку, создавая более благоприятные условия для ее развития, вследствие чего уменьшается время сквашивания молока до 2,5–3 ч. Симбиотические взаимоотношения между болгарской палочкой и термофильным стрептококком можно объяснить особенностями их обмена веществ, потребностями в питании и условиях развития [6].

С использованием отобранных штаммов составлено 76 комбинаций заквасочных культур для производства йогуртов. Изучены активность сквашивания и органолептические показатели продуктов, получаемых с их использованием.

Из рис. 2 видно, что время сквашивания пастеризованного цельного молока комбинациями йогуртных культур составило 2,5–4,5 ч. Сформированные сгустки (рис.3) имели консистенцию различной вязкости (20% – вязкие, 42% – средневязкие, 38% – невязкие), обладали кисломолочным вкусом и запахом. 46 образцов имели сбалансированный «йогуртный» вкус.

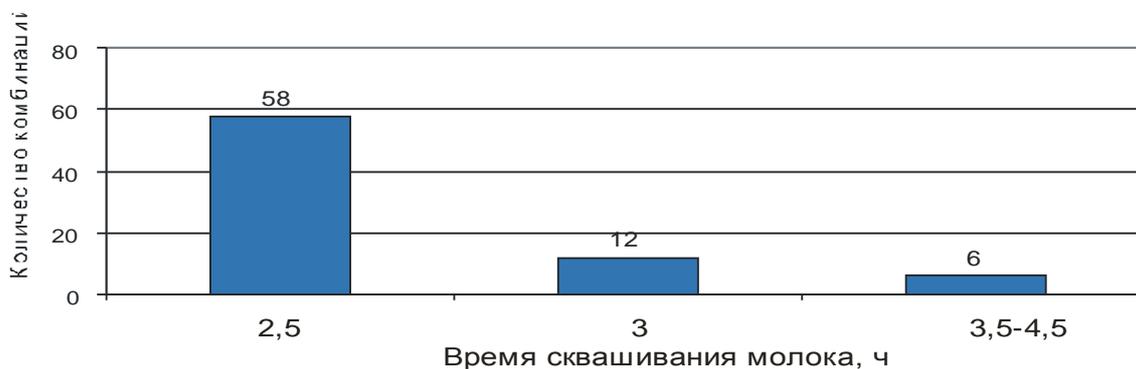


Рисунок 2 – Время сквашивания пастеризованного цельного молока комбинациями молочнокислых микроорганизмов

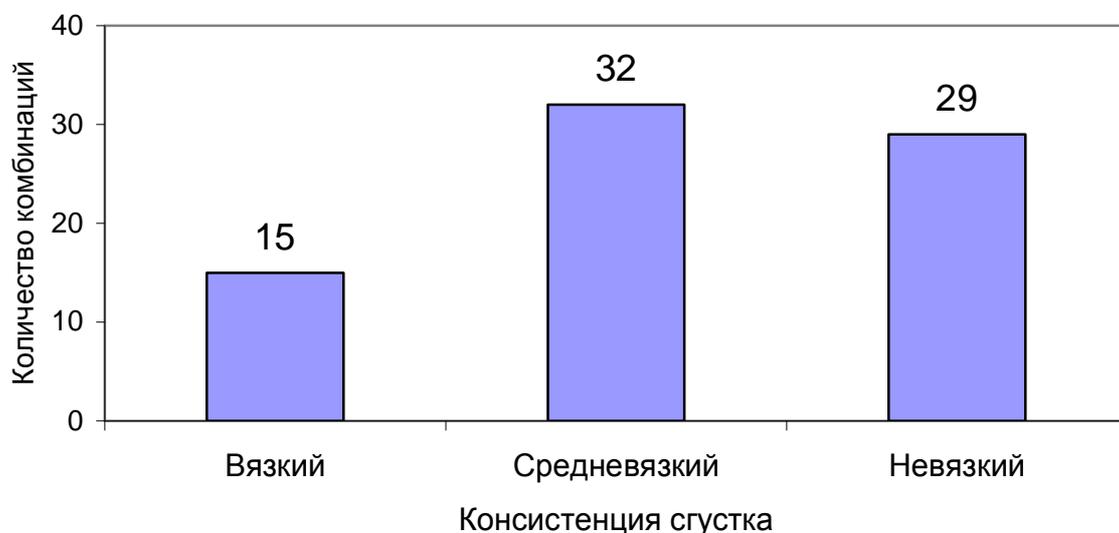


Рисунок 3 – Консистенции молочных сгустков, образуемых комбинациями молочнокислых микроорганизмов

Микроскопирование образцов продуктов после первой перевивки показало, что оптимальное соотношение лактобацилл и термофильного стрептококка находится в пределах 1:5–1:10.

Изучение стабильности составленных комбинаций при многократных пассажах в молоке показало, что у 12 комбинаций йогуртных культур в процессе многократных перевивок изменилось соотношение между болгарской палочкой и термофильным стрептококком, что повлияло на органолептические показатели продуктов. 34 комбинации йогуртных лактобактерий сквашивали молоко за 3–3,16 ч, формировали вязкие или средневязкие сгустки и обладали выраженным вкусом и запахом йогурта. Из них отобрано 16 комбинаций йогуртных культур (штамм b 18/2 болгарской палочки в комбинации со штаммами термофильного стрептококка St 1; St 10/1; St 12; St 36/3; St 52; St 53; St 83/2; St 85/1; St 90/3; St 92/1; St 95/1; St 105/2; St 110/3, и штамм b 6 болгарской палочки в комбинации со штаммами термофильного стрептококка St 85/1; St 86; St 90/3), обладающих стабильными органолептическими характеристиками.

Таким образом, проведенные исследования показали, что время образования сгустка оптимальными комбинациями йогуртных культур в основном соответствовало времени образования белковой структуры термофильных лактобацилл (3–3,16 ч); в качественных йогуртных продуктах оптимальное соотношение термофильного стрептококка и бол-

гарской палочки составляло 1:5–1:10, которое в стабильных комбинациях йогуртных культур остается неизменным на протяжении многократных перевивок.

**Заключение.** Проведен отбор молочнокислых микроорганизмов в состав поливидового концентрата, предназначенного для изготовления йогурта и йогуртных продуктов. Исследованы производственно-ценные свойства 104 культур термофильного стрептококка, 5 штаммов болгарской палочки и 2 штаммов *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*. Основными критериями для отбора культур термофильного стрептококка являлись активность сквашивания молока, реологические свойства белковых структур сформированных в молоке, органолептические показатели продуктов. Критерием для отбора штаммов болгарской палочки *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* в состав поливидового бактериального концентрата служили: сквашивающая активность молока культурами, предельная кислотность, антагонистическая активность, устойчивость культур к концентрациям поваренной соли, желчи. В результате проведенного отбора для работ по созданию поливидовых консорциумов в состав бактериальных концентратов для производства йогурта и йогуртных продуктов отобрано 30 штаммов *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* и 5 штаммов болгарской палочки и 2 штамма *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*. На основе отобранных заквасочных культур разработано 16 устойчивых комбинаций для производства йогурта.

В результате проведенных исследований разработаны стабильные комбинации йогуртных культур, определены: оптимальное соотношение культур, входящих в комбинацию, сквашивающая активность, органолептические характеристики.

### Литература

1. Тамим, А.И. Йогурты и другие кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А.И. Тамим, Р.К. Робинсон – Профессия, С–Пб., 2003. – С. 20.
2. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков. – М., 2003. – С. 184.
3. North European Dairy Journal / Abies R.– 1977.–43.–P.257.

4. The effect of supplementation with milk fermented by *Lactobacillus casei* DN-114001, on acute diarrhoea in children attending day care centers / C.A. Pedone [et al.] // Intern. J. Clin. Pract.– 1999.– Vol. – 53. – P. 179–184.

5. Коровина, Н.А. Роль пребиотиков и пробиотиков в функциональном питании детей / Н.А. Коровина [и др.] // Лечащий врач.–2005. – № 2. С. 17–23.

6. Королева, Н.С. Симбиотические закваски термофильных бактерий в производстве кисломолочных продуктов / Н.С. Королева, М.С. Кондратенко. – М.; София, 1978, – С. 27.

*S. Borunova, N. Furik*

**FEATURES OF SELECTION OF THERMOPHILIC LACTIC  
MICROORGANISMS INTO COMPOSITION OF BACTERIAL  
CONCENTRATES FOR YOGHURT AND YOGHURT PRODUCTS**

**Summary**

Selection of lactic microorganisms into composition of concentrate intended for manufacturing of yoghurt and yoghurt products conducted. It is selected 30 strains of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* and 5 strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and 2 strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*. 76 combinations and studying of their stability at repeated subinoculations in milk are made.