

О.М. Найдюк, О.С. Головач, М.А. Бабицкая, Н.К. Жабанос, к.т.н., Н.Н. Фурик, к.т.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

## ПОДБОР ТЕРМОФИЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СОСТАВ ПОЛИВИДОВЫХ ЗАКВАСОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

O. Najdiuk, O. Golovach, M. Babitskaya, N. Zhabanos, N. Furik  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

## SELECTION OF THERMOPHILIC MICROORGANISMS TO THE COMPOSITION OF POLY-SPECIES STARTER CULTURES FOR THE PRODUCTION OF FERMENTED DAIRY PRODUCTS

e-mail: naj-olga@yandex.ru, GOS\_82@tut.by, bifrontal\_sombra@list.ru, nzhabanos@tut.by, furik\_nn@tut.by

В статье приведены результаты исследований по подбору термофильных микроорганизмов в состав поливидовых консорциумов и изготовлению на их основе замороженных концентрированных заквасок для производства ферментированных молочных продуктов.

The article presents the results of research on the selection of thermophilic microorganisms to the composition of poly-species consortiums and the manufacturing on their basis of frozen concentrated starter cultures for the production of fermented dairy products.

**Ключевые слова:** закваска; термофильные микроорганизмы; ферментированные продукты; активная кислотность; титруемая кислотность.

**Keywords:** starter culture; thermophilic microorganisms; fermented products; active acidity; titratable acidity.

**Введение.** Необходимым элементом при производстве ферментированных продуктов, в том числе и сыров, являются бактериальные закваски, представляющие собой чистые культуры или определенным образом подобранные комбинации культур [1]. Современная технология производства ферментированных молочных продуктов предусматривает использование сухих или замороженных концентрированных заквасок для непосредственного внесения в молочную смесь.

Вопрос здорового питания в последние десятилетия приобрел исключительную актуальность во всем мире. Йогурт является наиболее популярным видом кисломолочного продукта, по которому наблюдается стабильное увеличение объемов производства в республике. Потребление йогуртов улучшает пищеварение, поддерживает баланс кишечной микрофлоры, стимулирует работу желудочно-кишечного тракта.

Технология производства йогурта основана на сквашивании подготовленного молочного сырья чистыми «йогуртными» культурами. Закваски для йогурта, в соответствии с требованиями ТР ТС 033, состоят из двух видов термофильных микроорганизмов: *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* [2].

*Streptococcus thermophilus* образует внеклеточные полимеры – полисахариды, что обеспечивает требуемую консистенцию продукта и предупреждает синерезис. Для формирования продукта предпочтительно использовать вязкие и средне вязкие культуры, что позволит повысить влагоудерживающую способность сгустков, то есть исключить их синерезис. Термофильный стрептококк, снижая окислительно-восстановительный потенциал и значение рН от 6,55 до 5,7, стимулирует *Lactobacillus bulgaricus*, создавая более благоприятные условия для его развития. *Lactobacillus bulgaricus* обладает высокой биологической активностью в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов и придает йогурту своеобразный аромат.

Хорошие органолептические показатели и показатели качества и безопасности являются важными для йогурта параметрами [3]. В связи с этим, ведутся работы по созданию технологии замороженной концентрированной закваски для йогурта, обеспечивающей получение оптимального сочетания органолептических свойств и микробиологических показателей готового продукта.

Наряду с йогуртом и другими кисломолочными продуктами, комбинации термофильного стрептококка и болгарской палочки используются при изготовлении сыров типа сулугуни. При изготовлении сыров закваска должна обеспечивать направленность и стабильность протекания технологического процесса, а также формировать приятные вкус и запах готового продукта [4].

Введение термофильного стрептококка в закваски для производства сыров с чеддеризацией и плавлением сырной массы ускоряет чеддеризацию, протекающую при температуре 30–40°C. Болгарская палочка вносит вклад в формирование специфического сырного вкуса [5].

Интенсивность и направленность процессов, протекающих в процессе изготовления и оборота ферментированных продуктов, во многом зависят от микробного консорциума заквасок: группового, видового и штаммового состава, физиолого-биохимических и биотехнологических свойств культур, их численности, соотношения и активности, адекватности реакции на используемые в производстве технологические режимы [5]. Кроме того, при создании поливидовых замороженных заквасок необходимо учитывать не только свойства исходных штаммов микроорганизмов, но и специфичность свойств моновидовых замороженных заквасок, полученных на их основе и используемых для поливидовой закваски.

В связи с этим, актуальной задачей является подбор термофильных микроорганизмов в состав поливидовых консорциумов и разработка на их основе поливидовых замороженных концентрированных заквасок для производства йогурта и сыров типа сулугуни.

**Цель исследований** – осуществить подбор термофильных микроорганизмов в состав поливидового консорциума для различных видов ферментированных молочных продуктов, провести комплекс исследований по установлению качественных характеристик замороженных концентрированных заквасок на основе подобранных консорциумов термофильных микроорганизмов и разработке технологических параметров их получения.

#### **Материалы и методы исследований.**

Объектами исследования являлись:

– культуры рода *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и их комбинации;

– замороженная концентрированная закваска термофильного стрептококка Тн/в и Тв по ТУ ВУ 1003779114.552;

– замороженная концентрированная закваска болгарской палочки ЛББ по ТУ ВУ 100098867.274;

– экспериментальные партии заквасок замороженных концентрированных термофильных микроорганизмов ТЛББн/в и ТЛББв;

– препарат ферментный молокосвертывающий FROMASE® 750 TL (DSM Франция), разрешенный к применению в установленном порядке;

В качестве молочного сырья использовалось молоко цельное пастеризованное жирностью 3,6%.

Определение титруемой кислотности проводилось по ГОСТ 3624.

Определение значения активной кислотности (pH) проводили с помощью системы для контроля ферментации iCinas, AMC France в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

### Определение активной кислотности при комбинированном температурном режиме.

В молоко вносят расчетную дозу инокулянта и выдерживают при  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(0,5\pm 0,2)$  ч, перемешивают, а затем вносят ферментный препарат FROMASE<sup>®</sup> 750 TL (производство DSM, Франция) из расчета 5 мл на 100 л молока. После внесения ферментного препарата молочную смесь повторно перемешивают, выдерживая при указанной температуре еще  $(1,5\pm 0,2)$  ч. Затем постепенно повышают температуру смеси каждые 2 мин на  $1^\circ\text{C}$  до  $(38\pm 2)^\circ\text{C}$ .

**Результаты и их обсуждение.** Для работ по созданию закваски замороженной концентрированной поливидовой термофильных микроорганизмов для ферментированных молочных продуктов провели подбор термофильных культур в состав поливидовых консорциумов микроорганизмов для изготовления йогурта и сыров типа сулугуни. Исследованы промышленно-ценные свойства культур рода 14 штаммов *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* и 3 штаммов *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Изучены следующие показатели отобранных штаммов при температурных режимах культивирования ( $30^\circ\text{C}$  и  $42^\circ\text{C}$ ): активность сквашивания молока, титруемая кислотность молочных сгустков, реологические и органолептические свойства сгустков.

Время сквашивания молока культурами термофильного стрептококка при 3% инокуляции и температуре  $42^\circ\text{C}$  находилось в пределах от 2,5 до 3 часов, а культурами болгарской палочки – от 3 до 4 часов.

С учетом особенностей технологии производства и органолептических показателей йогурта осуществлен подбор термофильного стрептококка и болгарской палочки в состав поливидовых консорциумов. Составлено и исследовано 36 комбинаций термофильных микроорганизмов, определены время образования ферментированных молочных сгустков (рисунок 1), титруемая кислотность и органолептические показатели (рисунок 2).

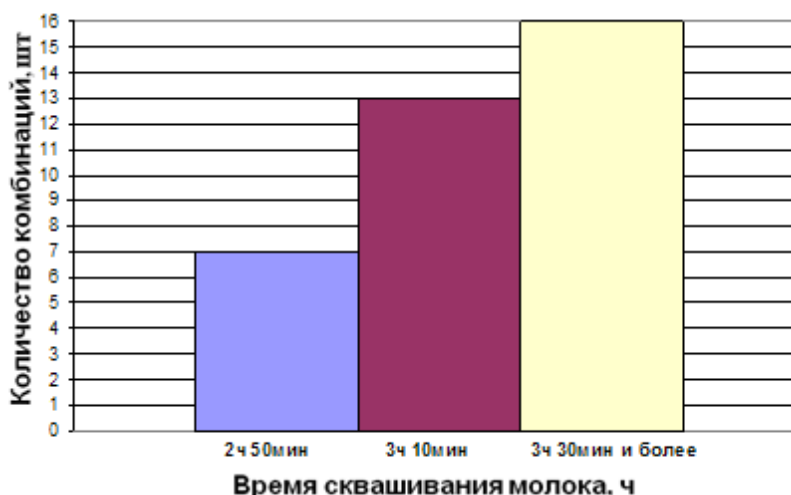


Рисунок 1 – Время сквашивания пастеризованного цельного молока комбинациями молочнокислых микроорганизмов

Источник: собственная разработка.

На рисунке видно, что время сквашивания пастеризованного цельного молока комбинациями термофильных микроорганизмов при 3% инокуляции и температуре  $42^\circ\text{C}$  находилось в пределах 2 ч 50 мин – 3 ч 30 мин.

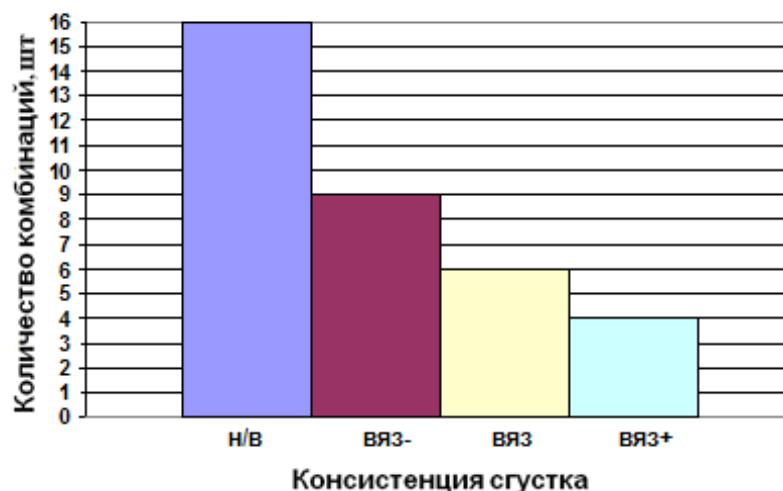


Рисунок 2 – Консистенция молочных сгустков, образуемых комбинациями молочнокислых микроорганизмов  
Источник: собственная разработка.

Сформированные сгустки имели консистенцию различной вязкости. Все образцы обладали кисломолочным вкусом и ароматом, преимущественно наблюдалось незначительное отделение сыворотки.

На основании анализа результатов экспериментальных исследований и с учетом технологических особенностей производства ферментированных продуктов подобраны два консорциума для закваски замороженной концентрированной для йогурта (консорциум №1 – *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 2674 TL-A и *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* 1134 ST-AV, консорциум №2 – *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 2674 TL-A и *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* 1104 ST-AV) и один консорциум для сыра типа сулугуни (консорциум №3 – *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 386 TL-AV и *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* 2103 ST-AV).

При получении оптимального сочетания органолептических свойств и микробиологических показателей йогурта исследованы различные соотношения культур болгарской палочки и термофильного стрептококка в консорциумах для производства йогурта: 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9 соответственно. Установлено, что консорциумы с соотношением термофильных микроорганизмов 1:9 образуют ровный гляцевый молочный сгусток вязкой консистенции, без отделения сыворотки, с чистым кисломолочным вкусом.

Отработку технологических параметров применения выбранного консорциума при изготовлении йогурта проводили с использованием экспериментальной партии замороженной концентрированной закваски термофильных микроорганизмов ТЛББв, изготовленной на опытно-технологическом производстве РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Для установления необходимой дозы внесения термофильных микроорганизмов в молочное сырье исследованы свойства образцов, ферментированных комбинациями термофильных микроорганизмов с расчетной дозой внесения концентрированной закваски  $1 \cdot 10^5$ ;  $5 \cdot 10^5$ ;  $1 \cdot 10^6$ ;  $5 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Время образования молочного сгустка составило от 4 ч 20 мин до 6 ч. При увеличении дозы внесения концентрированной закваски в молочное сырье наблюдается увеличение скорости сквашивания. Полученные образцы имели удовлетворительные органолептические характеристики, физико-химические свойства, существенных различий показателей не наблюдалось.

Таблица 1 – Значения активной и титруемой кислотности, активности сквашивания молочного сыря в зависимости от дозы инокуляции

Расчетная доза внесения концентрированной закваски, КОЕ/см <sup>3</sup>	Время образования сгустка, ч	Активная кислотность сквашенного сгустка, ед. рН	Титруемая кислотность сквашенного сгустка, Т
1·10 <sup>5</sup>	6	5,04	62
5·10 <sup>5</sup>	5,42	5,05	52
1·10 <sup>6</sup>	4,83	5,08	59
5·10 <sup>6</sup>	4,20	5,03	55

Источник: собственная разработка.

Таким образом, для подобранных консорциумов термофильных микроорганизмов для производства йогурта установлено соотношение количества болгарской палочки и термофильного стрептококка 1:9. С учетом колебаний качества сыря, технологических параметров производства продуктов и для гарантии стабильности протекания технологического процесса, рекомендуемая доза внесения в молочное сырье выбранного консорциума термофильных микроорганизмов – 1·10<sup>6</sup> КОЕ/см<sup>3</sup> при температуре сквашивания (43±2)°С.

Экспериментально установлено оптимальное соотношение болгарской палочки и термофильного стрептококка в консорциуме для производства сыра – 1:5 соответственно. Подбранная комбинация штаммов термофильных микроорганизмов формирует ровный гляцевый сгусток невязкой консистенции с чистым кисло-молочным вкусом, с хорошим синерезисом.

С использованием выбранного консорциума на опытно-технологическом производстве РУП «Институт мясо-молочной промышленности» выработана экспериментальная партия замороженной концентрированной закваски термофильных микроорганизмов ТЛББ н/в.

Для определения доз внесения закваски, обеспечивающих параметры, регламентируемые технологической документацией по изготовлению сыра типа сулугуни, исследовано изменение активной кислотности при ферментации молочного сыря замороженной концентрированной закваской термофильных микроорганизмов ТЛББ н/в.

Одним из основных факторов, определяющих скорость изменения активной кислотности в ходе технологического процесса производства сыров, является температура второго нагревания сырного зерна. Исследовано изменение активной кислотности при ферментации молочного сыря при температурном режиме 38±1°С и комбинированном температурном режиме (температура свертывания молочной смеси (32±1)°С, температура второго нагревания (38±1)°С), имитирующем изменение температуры во время технологического процесса изготовления сыра. Активная кислотность молока до внесения закваски – 6,79 ед. рН. Результаты работы представлены на рисунках 3, 4.

В результате проведения эксперимента определено, что изменение активной кислотности молочного сыря на 0,1 ед. рН при температурном режиме 38°С произошло для образца с дозой инокуляции 1·10<sup>6</sup> через 2 ч 20 мин, для образца с дозой инокуляции 5·10<sup>6</sup> через 1 ч 40 мин, для образца с дозой инокуляции 1·10<sup>7</sup> через 1 ч 30 мин. Установленного значения активной кислотности 5,7–5,5 ед. рН (до чеддеризации) достиг образец с дозой инокуляции 1·10<sup>7</sup> через 3 ч 20 мин, образец с дозой инокуляции 5·10<sup>6</sup> – 3 ч 50 мин, образец с дозой инокуляции 1·10<sup>6</sup> – 5 ч 50 мин. Установленного значения активной кислотности 5,2–5,0 ед. рН сырной массы (в конце процесса чеддеризации)

достигли: образец с дозой инокуляции  $1 \cdot 10^6$  – 5ч 40 мин, образец с дозой инокуляции  $5 \cdot 10^6$  – 4 ч 45 мин, образец с дозой инокуляции  $1 \cdot 10^7$  – через 4 ч 15 мин.

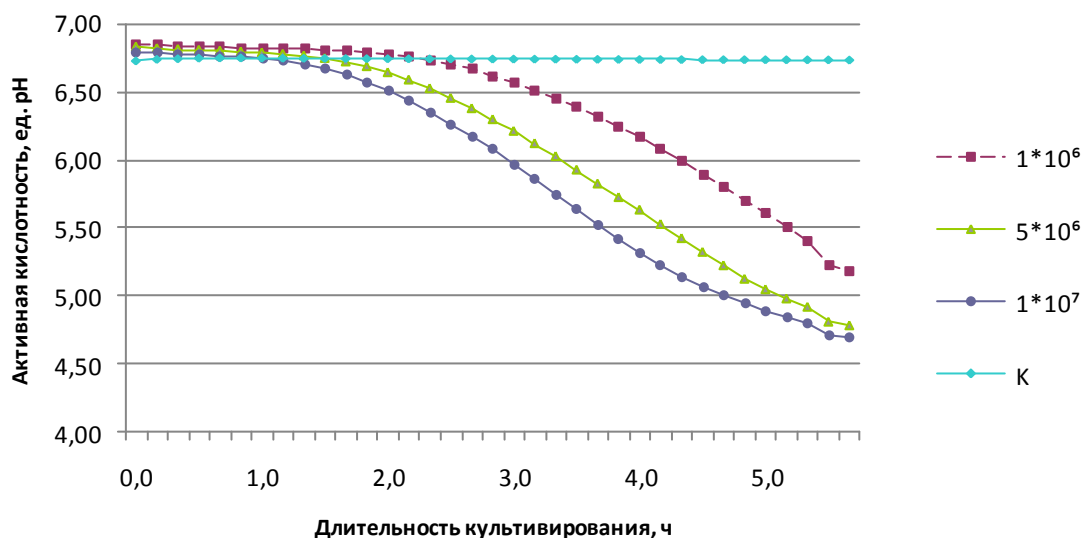


Рисунок 3 – Изменение активной кислотности при ферментации молочного сырья закваской термофильных микроорганизмов ТЛББ н/в при  $38 \pm 1^\circ\text{C}$   
Источник: собственная разработка.

В результате проведения эксперимента определено, что изменение активной кислотности молочного сырья на 0,1 ед. рН при комбинированном температурном режиме произошло для образца с дозой инокуляции  $1 \cdot 10^6$  через 3 ч 10 мин, для образца с дозой инокуляции  $5 \cdot 10^6$  через 2 ч 20 мин, для образца с дозой инокуляции  $1 \cdot 10^7$  через 1 ч 10 мин. Достижение установленного значения активной кислотности 5,7–5,5 ед. рН (до чеддеризации) достиг образец №3 через 3 ч 10 мин, образец №2 – 4 ч 10 мин, образец №1 – 5 часов. Установленного значения активной кислотности 5,2–5,0 ед. рН сырной массы (в конце процесса чеддеризации) достигли: образец №1 – 5ч 40 мин, образец №2 – 4 ч 50 мин, образец №3 – через 4 часа.

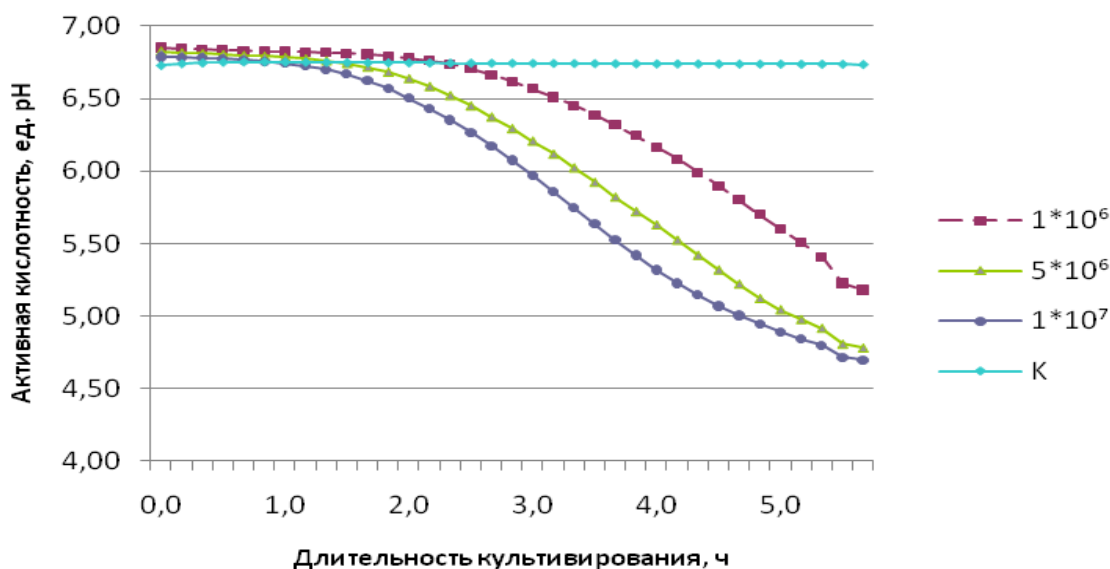


Рисунок 4 – Изменение активной кислотности при ферментации молочного сырья закваской термофильных микроорганизмов ТЛББ н/в при комбинированном режиме.

Источник: собственная разработка.

Таким образом, при установленном оптимальном соотношении болгарской палочки и термофильного стрептококка 1:5 соответственно, рекомендуемая доза внесения в молочное сырье замороженной концентрированной закваски термофильных микроорганизмов составляет  $1 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

Технологические режимы, использованные при выработке экспериментальных партий заквасок, положены в основу проектов технологических инструкций по изготовлению и применению заквасок замороженных концентрированных на основе термофильных микроорганизмов.

**Заключение.** В результате исследований подобраны консорциумы термофильных микроорганизмов для производства йогурта и сыров. Определены соотношения болгарской палочки и термофильного стрептококка в заквасках, обеспечивающие наиболее оптимальные свойства готового продукта.

Выработаны экспериментальные партии заквасок на основе подобранных консорциумов. Изучено изменение активной и титруемой кислотности молочного сырь, ферментированного заквасками при различных дозах внесения.

Установлена рекомендуемая доза внесения в молочное сырье выбранного консорциума термофильных микроорганизмов для производства йогурта –  $1 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup> при температуре сквашивания (43±2)°С. А также рекомендуемая доза внесения в молочное сырье замороженной концентрированной закваски термофильных микроорганизмов для производства сыра –  $1 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

#### Список использованных источников

1. Густавсберг, А. Йогурт: как делать, что продавать / А. Густавсберг // Продиндустрия. – 2010. – №4. – С. 78–82.
2. Требования безопасности молока и молочной продукции: ТР ТС 033/2013. введ. 09.10.2013. – М.: Совет Евразийской экономической комиссии, 2013. – 308 с.
3. Мидуница, Ю.С. Изучение скорости образования сгустка йогурта с использованием обработанной закваски / Ю.С. Мидуница // Фундаментальные исследования. – 2014. – №5. – С.707–710.
4. Березин, М.А. Технология производства молочных продуктов / М.А. Березин, В.И. Борисов, В.С. Борисов – Саранск: ООО «Мордовия-Экспо», 2012. – 168 с.
5. Фурик, Н.Н. Замороженные концентрированные закваски для сыров российской группы: принципы создания и определение параметров использования при изготовлении сыров / Н.Н. Фурик и др. // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелешеня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – Вып. 11. – С. 176–185.
1. Gustavsberg, A. Jogurt: kak delat', chto prodavat' [Yogurt: how to make, what to sell] / A. Gustavsberg // Prodindustrija. – 2010. – №4. – S. 78–82.
2. Trebovanija bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii [Safety requirements of milk and dairy products]: TR TS 033/2013. vved. 09.10.2013. – M.: Sovet Evrazijskoj jekonomicheskoj komissii, 2013. – 308 s.
3. Midunica, Ju.S. Izuchenie skorosti obrazovanija sgustka jogurta s ispol'zovaniem obrabotannoj zakvaski [Study of the speed of clot formation of yogurt with the use processed starter cultures] / Ju.S. Midunica // Fundamental'nye issledovanija. – 2014. – №5. – S.707–710.
4. Berezin, M.A. Tehnologija proizvodstva molochnyh produktov [The technology of production of dairy products] / M.A. Berezin, V.I. Borisov, V.S. Borisov – Saransk: ООО «Mordovija-Jekspo», 2012. – 168 s.
5. Furik, N.N. Zamorozhennye koncentrirovannye zakvaski dlja syrov rossijskoj grupy: principy sozdanija i opredelenie parametrov ispol'zovanija pri izgotovlenii syrov [Frozen concentrated starter cultures for cheeses of the Russian group: the principles of creation and the definition of use parameters in the manufacture of cheeses] / N.N. Furik i dr. // Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja: sb. nauch. tr. RUP «Institut mjaso-molochnoj promyshlennosti»; redkol.: A.V. Meleshhenja (gl. red.) [i dr.]. – Minsk, 2017. – Vyp. 11. – S. 176–185.