

БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 637.33/146.33(047.31)(476)

Поступила в редакцию 20 июня 2018 года

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

ЗАКВАСКИ ЗАМОРОЖЕННЫЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ДЛЯ ПОЛУТВЕРДЫХ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ: ИЗУЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЗАКВАСОЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАБОТКИ И СОЗРЕВАНИЯ СЫРОВ И ОЦЕНКА ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРА

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

FROZEN CONCENTRATED STARTER CULTURES FOR SEMI-HARD RENNET CHEESES: STUDY OF STARTER POPULATION GROWTH IN THE PROCESS OF CHEESE MAKING AND RIPENING AND EVALUATION OF ITS INFLUENCE ON QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF CHEESE

e-mail: GOS_82@tut.by, nzhabanos@tut.by, furik_nn@tut.by

В статье приведены данные по изменению активной кислотности и развитию микрофлоры заквасок в процессе производства и созревания сыров в промышленных условиях с использованием замороженных концентрированных заквасок СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9. Также изучено влияние видового состава заквасок на качественные характеристики готового продукта на примере сыра «Российский новый» 45%-жирности.

The article presents the data on the changes in active acidity and the development of starter population in the process of cheese making and ripening in industrial conditions with the use of frozen concentrated starter cultures CHEESE-7, CHEESE-8, CHEESE-9. Using cheese "Russian new" 45% fat as an example the influence of the species composition of starter cultures on the qualitative characteristics of the finished product was studied.

Ключевые слова: закваска; сыр; активная кислотность; качественные характеристики.

Keywords: starter culture; cheese; active acidity; qualitative characteristics.

Введение. В последнее время значительно расширился ассортиментный перечень сыров, появились новые технологии, совершенствуются традиционные. Часто при производстве сыра необходимо обеспечить повышенный уровень нарастания активной кислотности в ходе технологического процесса, гарантируемый использованием комплекса термофильных и мезофильных микроорганизмов [1–2]. Интенсивность и направленность процессов, протекающих при изготовлении и созревании сыров, зависят от микробного консорциума заквасок, физиолого-биохимических и биотехнологических свойств культур, их численности, соотношения и активности, адекватности реакции на используемые в производстве технологические режимы.

Создание технологии замороженных концентрированных заквасок для сыров базируется на комплексных исследованиях культур микроорганизмов и создаваемых из них комбинаций. Устанавливаемые требования к закваскам обуславливаются особенностями технологического процесса изготовления сыра [3]. Для сыров, технология которых предусматривает повышенный уровень нарастания активной кислотности во время технологического процесса, разработаны замороженные концентрированные закваски для полутвердых сычужных сыров СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9. При разработке заквасок использованы отечественные заквасочные культуры из Республиканской

коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов. Видовой состав заквасок представлен спектром микроорганизмов: СЫР-7 (*Lactococcus lactis ssp., Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*), СЫР-8 (*Lactococcus lactis ssp., Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*), СЫР-9 (*Lactococcus lactis ssp., Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus rhamnosus*), в совокупности обеспечивающим необходимое нарастание активной кислотности, газо- и ароматообразование.

Основным показателем хода технологического процесса является изменение активной кислотности. Соответствие значений активной кислотности диапазону, установленному в технологической документации, и оценка развития микрофлоры заквасок, позволяют сделать предварительные выводы о годности закваски для сыров, изготавливаемых данным способом.

Вместе с тем, проведение выработок сыра в промышленных условиях позволяет уточнить условия применения заквасок и установить качественные характеристики получаемого сыра.

Цель исследований – изучение изменения значений активной кислотности молочной смеси в процессе выработки сыров российской группы с использованием замороженных концентрированных заквасок для полутвердых сычужных сыров СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9, изучение характера развития заквасочной микрофлоры во время производства и созревания сыра, изучение качественных характеристик получаемого продукта, с целью оценки пригодности разработанных заквасок для производства сыров с повышенным уровнем молочнокислого процесса.

Материалы и методы исследований. При выработке сыров использовано следующее сырье, функционально необходимые компоненты и пищевые добавки:

- молоко коровье по СТБ 1598, по сычужно-бродильной пробе не ниже 2-го класса, содержание спор мезофильных анаэробных лактатсбраживающих бактерий должно быть не более 10 в 1 см³;

- молоко обезжиренное, полученное путем сепарирования молока коровьего по СТБ 1598, соответствующее вышеуказанным требованиям;

- закваски замороженные концентрированные для полутвердых сычужных сыров: СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9 по ТУ ВУ 100098867.412-2017 производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности»;

- препарат ферментный молокосвертывающий СНУ-МАХ (Хр. Хансен), разрешенный к применению в установленном порядке;

- экстракт аннато (E160b), разрешенный к применению в установленном порядке;

- лизоцим (E1105), разрешенный к применению в установленном порядке;

- соль поваренную пищевую по ГОСТ 13830, молотую нейодированную, не ниже первого сорта;

- хлорид кальция (E 509), разрешенный к применению в установленном порядке;

- калий азотнокислый (E252) по ГОСТ 4217, х.ч.;

- вода питьевая по СТБ 1188, СанПиН 10-124 РБ.

При проведении исследований образцов сыра в работе использовали следующие питательные среды и реактивы:

- физиологический раствор – ГОСТ 10444.1;

- натрий лимоннокислый трехзамещенный. (20,0±0,01) г трехзамещенного лимоннокислого натрия растворяют в 1 дм³ дистиллированной воды, разливают в пробирки по 10 см³ или колбы по 93 см³ и стерилизуют при температуре (121±1)°С в течение (15±1) мин;

- агаризованная питательная среда на основе гидролизованного молока – ГОСТ 10444.11;

- среда Кесслер – ГОСТ 32901.

- питательная среда Рогоза – ГОСТ 10444.11;

➤ модифицированная питательная среда М 17.

Состав:

- пептон	– 10 г;
- дрожжевой экстракт	– 5 г;
- мясной экстракт	– 2,5 г;
- аскорбиновая кислота	– 0,5 г;
- сернокислый магний ($MgSO_4 \times 7H_2O$)	– 0,25 г;
- сахароза	– 10 г;
- агар	– 1,5–2,0 г;
- вода	– 970 см ³ .

Все компоненты растворяют в кипящей воде. Охлаждают до 50°C и устанавливают рН 6,8–7,0. Готовую среду разливают в пробирки высоким столбиком по 15 см³. Стерилизуют при (121±1) °С в течение (15±1) мин;

При проведении работ использовались стандартизированные и общепринятые методы исследований.

Определение влаги в сыре – по ГОСТ 3626.

Определение хлористого натрия – по ГОСТ 3627.

Определение жира в сыре – по ГОСТ 5867.

Определение активной кислотности (рН) по ГОСТ 26781.

Результаты и их обсуждение. С использованием разработанных заквасок замороженных концентрированных для полутвердых сычужных сыров СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9 проведены выработки сыра «Российский новый» 45%-жирности в промышленных условиях. Технологический процесс изготовления сыра проводился в соответствии с параметрами, регламентируемыми технологической документацией ТИ ВУ 400046241.138-2015 и представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технологические параметры процесса производства сыра «Российский новый» 45%-ной жирности с использованием замороженных концентрированных заквасок СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9 непосредственного внесения

Технологические параметры		СЫР-7	СЫР-8	СЫР-9
Количество смеси, кг		13 500	13 500	13 500
М.д. жира, %		2,50	2,55	2,55
М.д. белка, %		3,14	3,13	3,13
Титруемая кислотность, °Т		16,0	16,0	16,0
Плотность, г/см ³		1029,0	1029,0	1029,0
Ход технологического процесса				
Операция	Параметр	Показатели		
Внесение закваски	количество, Е.А.	130	130	130
Ферментный препарат	название	СНУ-МАХ		
	количество, мл	280	280	280
	рН смеси перед внесением	6,33	6,28	6,37
Свертывание смеси	продолжительность, мин	24	26	24
Удаление сыворотки	рН сыворотки	6,28	6,32	6,29
2-е нагревание	продолжительность, мин	15	15	15
	температура, °С	40	40	40
	рН сыворотки	6,35	6,30	6,35
Обсушка зерна	рН сыворотки в конце обработки	6,14	6,12	6,11
Прессование	Продолжительность, мин	66	64	60
Сыр после пресса	рН	5,21	5,11	5,15

Источник: собственная разработка.

Динамика изменения активной кислотности в процессе выработки сыра с использованием заквасок замороженных концентрированных для полутвердых сычужных сыров СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9 представлена рисунке 1.

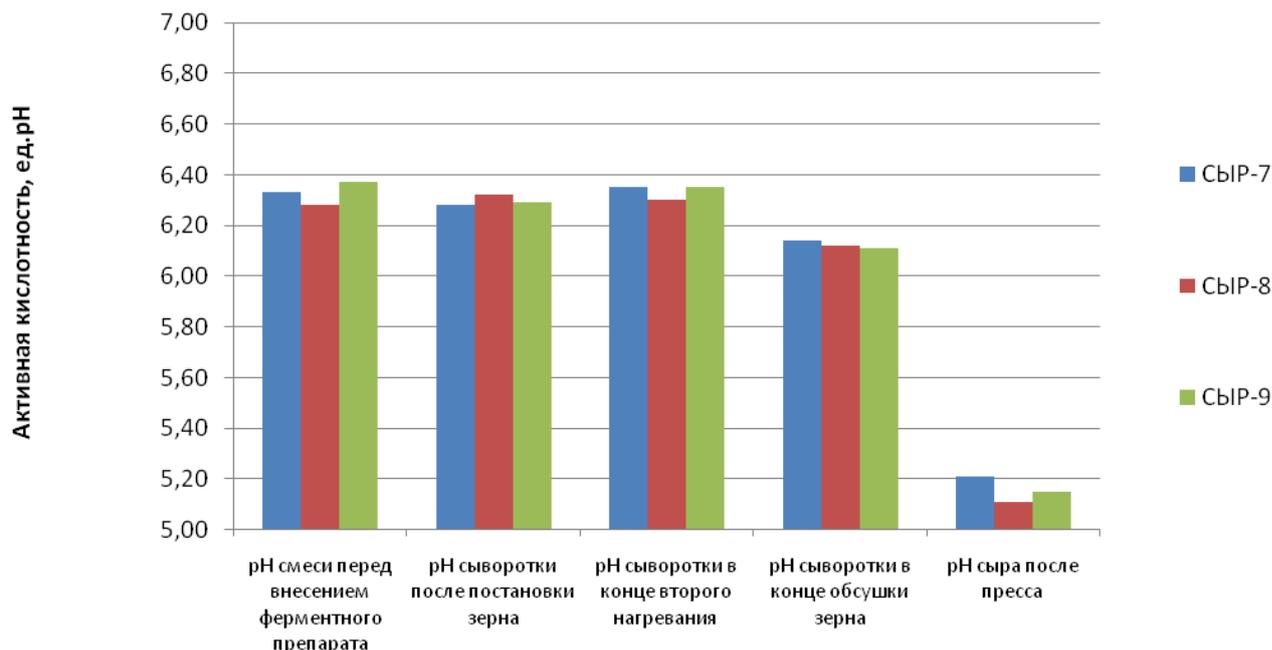


Рисунок 1 – Изменение активной кислотности молочной смеси при ферментации ее заквасками замороженными концентрированными СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9 при выработке сыра «Российский новый» 45%-ной жирности в промышленных условиях.

Источник: собственная разработка.

При выработке сыра, закваска вносилась непосредственно в молочную смесь на стадии наполнения на 1/3 от общего объема сыроизготовителя. Перемешивание молочной смеси до сычужного свертывания осуществлялось в течение 45 минут. Нарастание активной кислотности в ходе технологического процесса проходило достаточно интенсивно и составило в конце процесса прессования от 5,11 до 5,21 ед. рН, что является оптимальным при производстве данного вида сыра.

Таким образом, установлено, что расчетные дозировки внесения заквасок замороженных концентрированных для полутвердых сычужных сыров СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9 обеспечивают необходимую степень нарастания активной кислотности молочной смеси в процессе выработки сыра.

Вместе с тем представляет интерес определение количественного изменения микрофлоры закваски в сырах в ходе технологического процесса. Изучен характер развития заквасочной микрофлоры в процессе производства и созревания сыра «Российский новый» 45%-ной жирности. Результаты исследований представлены на рисунках 2, 3, 4.

Содержание микроорганизмов, вносимых с закваской, в молочной смеси в зависимости от вида используемой закваски составляло для лактококков $(3,04–3,64) \times 10^6$ КОЕ/г, термофильных стрептококков $(0,86–1,32) \times 10^6$ КОЕ/г, лактобацилл $(0,68–1,81) \times 10^5$ КОЕ/г.

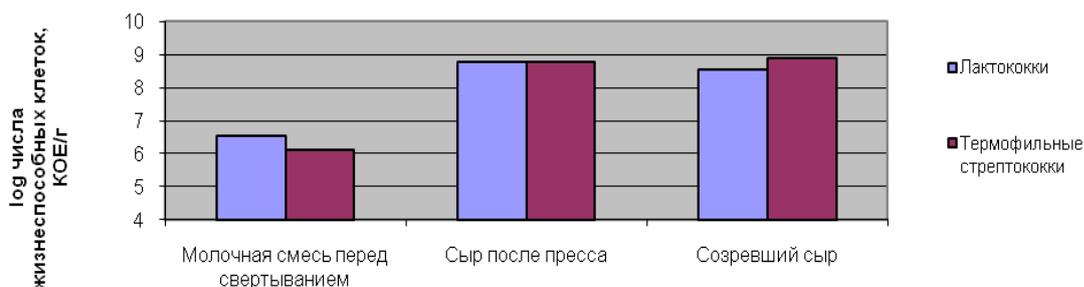


Рисунок 2 – Изменение количества заквасочных культур в процессе производства и созревания сыра, с использованием закваски замороженной концентрированной СЫР-7.
Источник: собственная разработка.

В партии сыра, выработанного с использованием закваски СЫР-7, к концу процесса прессования увеличилось количество лактококков в 184,5 раза и термофильного стрептококка в 458,3 раза. К концу процесса созревания установлено снижение количества лактококков в 1,85 раза и увеличение количества клеток термофильного стрептококка в 1,2 раза.

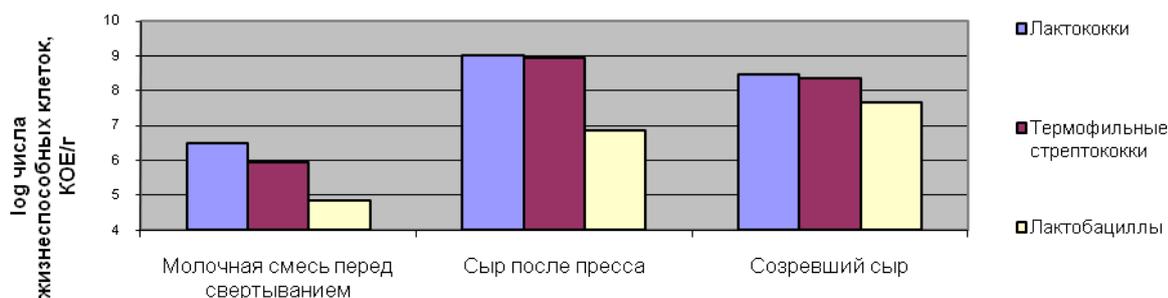


Рисунок 3 – Изменение количества заквасочных культур в процессе производства и созревания сыра, с использованием закваски замороженной концентрированной СЫР-8.
Источник: собственная разработка.

В образце сыра, выработанного с использованием закваски СЫР-8, отмечено интенсивное развитие заквасочной микрофлоры. К концу процесса прессования количество лактококков, термофильного стрептококка и лактобацилл увеличилось в 332; 1048; 104,7 раза соответственно. В конце созревания отмечено снижение количества лактококков в 3,4 раза, термофильного стрептококка в 3,97 раза, а количество лактобацилл увеличилось в 6,36 раз.

В сыре, выработанном с использованием закваски СЫР-9, в конце процесса прессования количество лактококков увеличилось в 376 раз, термофильного стрептококка в 886 раз, лактобацилл в 273 раза. В конце созревания отмечено снижение лактококков в 6,71 раза и термофильного стрептококка в 6,16 раза, однако количество лактобацилл увеличилось в 6,26 раза (рисунок 4).

Во время свертывания молока, обработки сычужного сгустка, формования и прессования сырной массы происходит интенсивное развитие лактококков и термофильного стрептококка и менее интенсивное лактобацилл. Причем термофильный стрептококк развивается быстрее, чем лактококки. В созревшем сыре количество первых двух видов заквасочных культур уже начинает снижаться, количество термофильных лактобацилл продолжает увеличиваться.

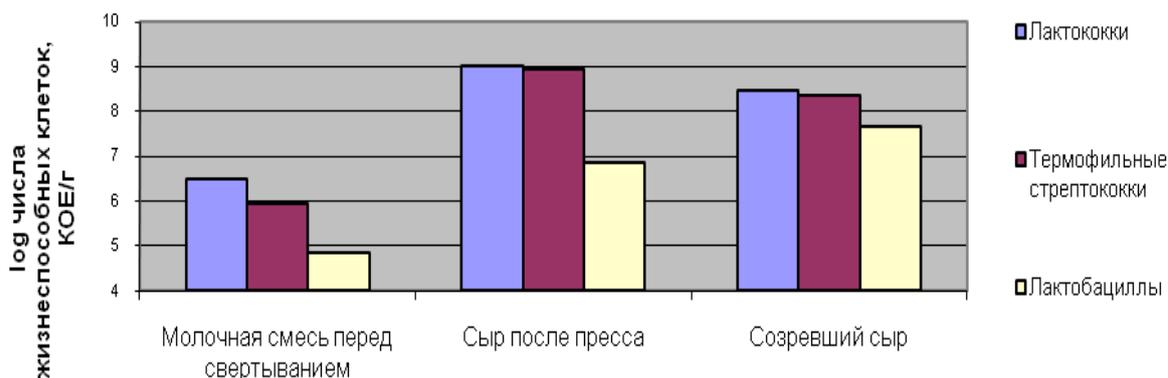


Рисунок 4 – Изменение количества заквасочных культур в процессе производства и созревания сыра, с использованием закваски замороженной концентрированной СЫР-9.
Источник: собственная разработка.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что более активно процесс нарастания лактококков и термофильного стрептококка протекал в партиях сыра с использованием заквасок, содержащих в своем составе лактобациллы, что позволяет предположить о стимулирующем воздействии лактобацилл на их развитие.

В процессе работы проведены исследования образцов сыра «Российский новый» 45%-ной жирности, выработанных с использованием разработанных заквасок по органолептическим и физико-химическим показателям. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические и физико-химические показатели образцов сыра «Российский новый» 45%-ной жирности, выработанных с использованием разработанных заквасок через 45 суток созревания.

Наименование показателя	Характеристика образцов сыра «Российский новый» 45%-ной жирности, выработанных с использованием:		
	СЫР-7	СЫР-8	СЫР-9
Консистенция	однородная, эластичная, пластичная, глазки средние, различных формы и расположения	однородная, эластичная, пластичная, глазки средние, различных формы и расположения	однородная, эластичная, пластичная, глазки средние, различных формы и расположения
Вкус и запах	сырный, умеренно выраженный, слегка кисловатый	сырный, хорошо выраженный, присутствует сливочное послевкусие	сырный, достаточно выраженный, соленоватый привкус
Цвет	светло-желтый, равномерный по всей массе		
М. д. влаги, %	43,0	42,5	40,5
М. д. жира в сухом веществе, %	45,7	46,6	44,4
М. д. хлористого натрия, %	1,7	1,7	1,7

Источник: собственная разработка.

По результатам проведенной дегустации все образцы сыра обладали достаточно выраженным сырным вкусом и однородной, эластичной, пластичной консистенцией. Цвет теста светло-желтый, однородный по всей массе. Равномерно расположенный рисунок из глазков неправильной, угловатой формы, характерный для сыров российской

группы. Вместе с тем, следует отметить, более высокой органолептической оценкой по вкусу и запаху отмечен образец сыра, выработанный с использованием закваски замороженной концентрированной СЫР-8. Представленный образец сыра отличался хорошо выраженным сырным вкусом с присутствием сливочного послевкуся.

Установлено, что видовой состав и дозировка заквасочных культур, входящих в состав заквасок замороженных концентрированных СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9, позволяют в процессе производства и созревания получить в сыре максимальное количество заквасочной микрофлоры, обеспечивающей необходимые органолептические характеристики сыра: вкус, запах, консистенцию.

Заключение. В промышленных условиях осуществлены выработки сыра «Российский новый» 45%-ной жирности с использованием разработанных заквасок замороженных концентрированных для полутвердых сычужных сыров СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9 производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

В ходе анализа результатов исследований установлено, что видовой состав и расчетные дозировки внесения заквасок замороженных концентрированных для полутвердых сычужных сыров СЫР-7, СЫР-8, СЫР-9 обеспечивают необходимую степень нарастания активной кислотности молочной смеси в процессе выработки сыра. Исследовано количественное изменение микроорганизмов вносимых с закваской и установлено увеличение, обеспечивающее необходимое снижение активной кислотности с достижением максимального значения в сыре после пресса. В процессе созревания видовой состав микроорганизмов изменяется, но общее количество заквасочных культур оптимальное для получения сыра с хорошими органолептическими показателями. Общее количество заквасочных культур в сыре после пресса - от $6,2 \times 10^8$ до $1,37 \times 10^9$ КОЕ/г, в созревшем сыре - в среднем $(3-5) \times 10^8$ КОЕ/г.

Вместе с тем следует отметить, наиболее активно процесс созревания протекал в партиях сыра с использованием заквасок, содержащих в своем составе лактобациллы, что позволяет предположить о возможно стимулирующем действия лактобацилл на развитие лактококков.

Таким образом, научное обоснование критериев отбора заквасочных микроорганизмов, подбор соотношения культур микроорганизмов в консорциуме позволило разработать технологию изготовления и применения заквасок замороженных концентрированных для производства полутвердых сычужных сыров с повышенным уровнем молочнокислого процесса, что позволит снизить зависимость сыродельных предприятий от зарубежных поставщиков заквасок для данного сегмента сыров.

Список использованных источников

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

2. Шукан, Т.В. Исследования по созданию поливидовых замороженных концентрированных заквасок прямого внесения для изготовления полутвердых сыров / Т.В. Шукан, Н.Н. Фурик, Н.К. Жабанос // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23-24 апр. 2015 г. / УО «МГУП»; ред.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2015. – С. 175.

3. Жабанос, Н.К. Поливидовые замороженные концентрированные закваски для сыров / Н.К. Жабанос, Н.Н. Фурик // Актуальные вопросы

1. Gudkov, A.V. Syrodelie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty [Cheese-making: technological, biological and physicochemical aspects] / Pod red. S.A. Gudkova. – M.: DeLi print, 2003. – 800 s.

2. Shukan, T.V. Issledovaniya po sozdaniyu polividovyh zamorozhennyh koncentrirovannyh zakvasok prjamoogo vnesenija dlja izgotovlenija polutverdyh syrov [Studies on the creation of poly-frozen frozen concentrated starter cultures for the production of semi-solid cheeses] / T.V. Shukan, N.N. Furik, N.K. Zhabanos // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv: tez. dokl. X mezhdunar. nauch.-tehn. konf., Mogilev, 23-24 apr. 2015 g. / UO «MGUP»; red.: A.V. Akulich [i dr.]. – Mogilev, 2015. – S. 175.

3. Zhabanos, N.K. Polividovye zamorozhennye koncentrirovannye zakvaski dlja syrov [Polyspecific frozen concentrated ferments for cheeses] / N.K.

переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелешеня (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2016. – Вып. 10. – С. 80–85.

Zhabanos, N.N. Furik //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, 2016. – Vyp. 10. – S. 80–85.