

**Романович Наталья Сергеевна,
Кравченко Надежда Сергеевна,
Василенко Светлана Леонидовна, к.б.н.,
Жабанос Наталья Константиновна, к.т.н.,
Фурик Наталья Николаевна, к.т.н.**
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»
(Республика Беларусь, г.Минск)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НА РАЗВИТИЕ КУЛЬТУР
LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP. *LACTIS* ФУНКЦИОНАЛЬНО
НЕОБХОДИМЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ
ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЫРА**

*Аннотация. Изучено влияние функционально необходимых (хлорид натрия, хлорид кальция) и технологических вспомогательных (лизоцим, аннато) ингредиентов, используемых для производства сыра, на кислотообразующую активность культур *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*, при добавлении их в различных концентрациях в цельное пастеризованное молоко.*

*Ключевые слова: *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*, ингредиенты, сыр, кислотообразующая активность.*

**Romanovitch Natalya Sergeevna,
Kravchenko Nadezhda Sergeevna,
Vasilenko Svetlana Leonidovna, Ph.D.,
Zhabanos Natalya Konstantinovna, Ph.D.,
Furik Natalya Nikolaevna, Ph.D.**
The Institute of Meat and Dairy Industry
(Republic of Belarus, Minsk)

**THE EFFECT OF *LACTOBACILLUS DELBRUECKII* SUBSP. *LACTIS* ON
THE FUNCTIONALLY ESSENTIAL AND TECHNOLOGICALLY
AUXILIARY INGREDIENTS FOR CHEESE PRODUCTION**

*Abstract. The effect of functionally essential (sodium chloride, calcium chloride) and technological auxiliary (Lysozyme, annatto) ingredients used for cheese production on acid forming activity of *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* on their incorporation in different concentrations into the whole concentrated milk.*

*Key words: *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*, ingredients, cheese, acid forming activity.*

Одной из главных задач перерабатывающей промышленности является совершенствование ассортимента и повышение качества продукции, создание продуктов, отличающихся повышенным спросом и отвечающих требованиям сбалансированного питания. Перспективными для изготовления ферментированных молочных продуктов являются бактерии *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* (молочная палочка) – термофильные гомоферментативные молочнокислые микроорганизмы, которые являются активными кислотообразователями – при оптимальной температуре развития ферментируют молочное сырье за 3-4 ч [1,2].

Культуры *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* применяют в качестве компонентов в составе заквасок для сыров, в том числе с высокой температурой второго нагревания [1,3,4].

Одним из важнейших технологических факторов, влияющих на качество готового сыра, является степень посолки. Поваренная соль регулирует микробиологические, биохимические и физические процессы при созревании сыра. Соль в сыре является необходимым компонентом пищевой ценности; принимает непосредственное участие в формировании вкуса и консистенции; регулирует микробиологические, биохимические и физико-химические процессы во время выработки и созревания сыра и тем самым оказывает косвенное влияние на показатели качества. [1,2,4]. Содержание хлорида натрия в сыре зависит от способа и продолжительности посолки, концентрации, температуры рассола, размеров сыра и других факторов [5].

Еще одним важным компонентом в сыроделии является хлорид кальция. При пастеризации молока часть солей кальция переходит из растворимого в нерастворимое состояние, что приводит к ухудшению сычужной свертываемости молока и получению более дряблого, непрочного сгустка [6]. Для устранения этого недостатка в молоко добавляют раствор хлористого кальция из расчета 20-40 г безводной соли на 100 кг перерабатываемого молока [5].

На цвет молока и сыра влияют каротиноиды, содержащиеся в молочном жире. В летнем молоке каротина больше, поскольку его много в свежей траве, зимой значительно меньше. Для придания более выраженного цвета сырам используется натуральный краситель «аннато», который добавляют в молоко до внесения молокосвертывающего фермента [7]. Содержание аннато в готовом продукте не должно превышать 50 мг/кг [8].

Маслянокислые бактерии, сбраживающие лактозу, молочную кислоту и лактаты с выделением углекислого газа, водорода, масляной кислоты, формируют в сыре крупные глазки неправильной формы или же пустоты щелевидной формы, искажая рисунок сыра и придавая ему прогорклый вкус [9]. Поскольку термофильные лактобациллы не всегда оказывают ингибирующее действие на развитие маслянокислых бактерий (зависит от индивидуальных свойств штаммов), то для предотвращения развития спор маслянокислых бактерий в молочную смесь добавляют лизоцим. Как маслянокислые бактерии, так и заквасочные культуры могут иметь разную устойчивость к лизоциму [1,10]. Поэтому рекомендуется использовать лизоцим при изготовлении сыра в количестве не более 30 мг на 1 литр молока [11].

Таким образом, для использования культур молочнокислых бактерий в сыроделии важной является информация об их устойчивости к используемым для производства сыра ингредиентам.

В связи с этим целью исследований являлось изучение влияния функционально необходимых компонентов и технологических вспомогательных ингредиентов, используемых для производства сыра, на кислотообразующую активность культур *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* при их развитии в молоке.

Объектом исследований являлись штаммы *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* 2636 TL-A, 2653 TL-A из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов. Исследование изменения значений pH проводили с помощью системы для контроля ферментации i-Cinac (АМС, France). Для этого в пастеризованное молоко (с добавлением или без добавления исследуемых ингредиентов) добавляли исследуемую культуру и инкубировали при температуре (32 ± 1) °С в течение 10 ч. Изменение активной кислотности регистрировали каждые 20 мин.

Проведена оценка влияния различных концентраций хлорида натрия (2 %, 4 %, 6 %) на развитие исследуемых штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* в цельном пастеризованном молоке (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1А, при добавлении хлорида натрия в концентрации 2 % в цельное пастеризованное молоко и ферментации его штаммом 2636 TL-A за десять часов активная кислотность достигла 5,3 ед. pH, в то время как в молоке, сквашиваемом без добавления поваренной соли (контроль), – 5,1 ед. pH. При увеличении концентрации хлорида натрия в молоке до 4 % у штамма 2636 TL-A за десять часов культивирования активная кислотность снизилась до 6,2 ед. pH. При содержании в цельном пастеризованном молоке NaCl в концентрации 6 % штамм 2636 TL-A не развивался.

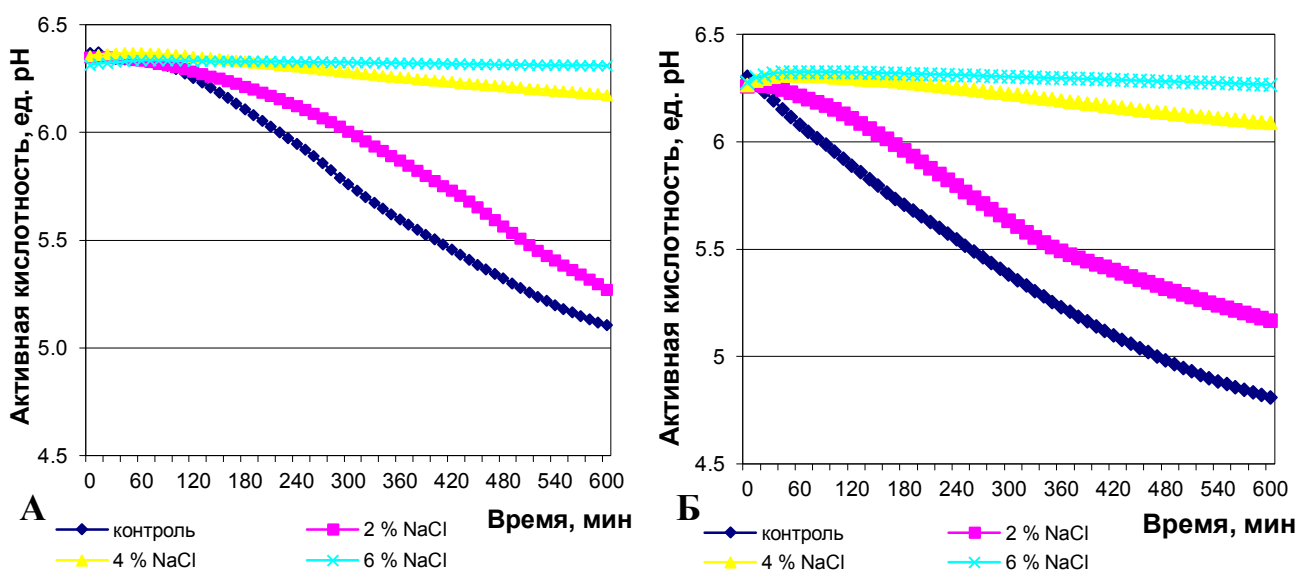


Рисунок 1 – Изменение активной кислотности цельного пастеризованного молока, содержащего NaCl в различной концентрации, в процессе его ферментации штаммами: А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A

Как видно из рисунка 1Б, в контрольном образце при ферментации в течение десяти часов штаммом 2653 TL-A определено снижение активной кислотности до 4,8 ед. рН. При добавлении хлорида натрия в концентрации 2 % за 10 ч активная кислотность снизилась до 5,1 ед. рН, а при концентрации 4 % - до 6,1 ед. рН. При содержании в молоке поваренной соли в концентрации 6 % штамм 2653 TL-A не развивался.

Таким образом, использование поваренной соли в концентрации 2 % приводило к незначительному замедлению кислотообразующей активности штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* по сравнению с контролем за 10 часов культивирования: на 0,2 ед. рН (для штамма 2636 TL-A) и на 0,3 ед. рН (для штамма 2653 TL-A). Увеличение концентрации хлорида натрия в молоке до 4 % снижало кислотообразующую активность штаммов 2636 TL-A и 2653 TL-A. При содержании хлорида натрия в молоке в концентрации 6% и более культуры 2636 TL-A и 2653 TL-A не развивались.

Проведена оценка влияния хлорида кальция в различных концентрациях (0,01 %, 0,02 %, 0,03 %, 0,04 %) на развитие исследуемых штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* в цельном пастеризованном молоке (рисунок 2).

Как видно на рисунке 2А, при добавлении хлорида кальция исходя из расчета 0,02-0,04% (20-40 г на 100 кг молока) штамм 2636 TL-A ферментировал цельное пастеризованное молоко практически идентично контролю, не содержащему хлорид кальция: за 10 часов культивирования активная кислотность ферментируемого молока достигла 5,1 и 5,2 ед. рН, соответственно, также, как и без добавления $CaCl_2$.

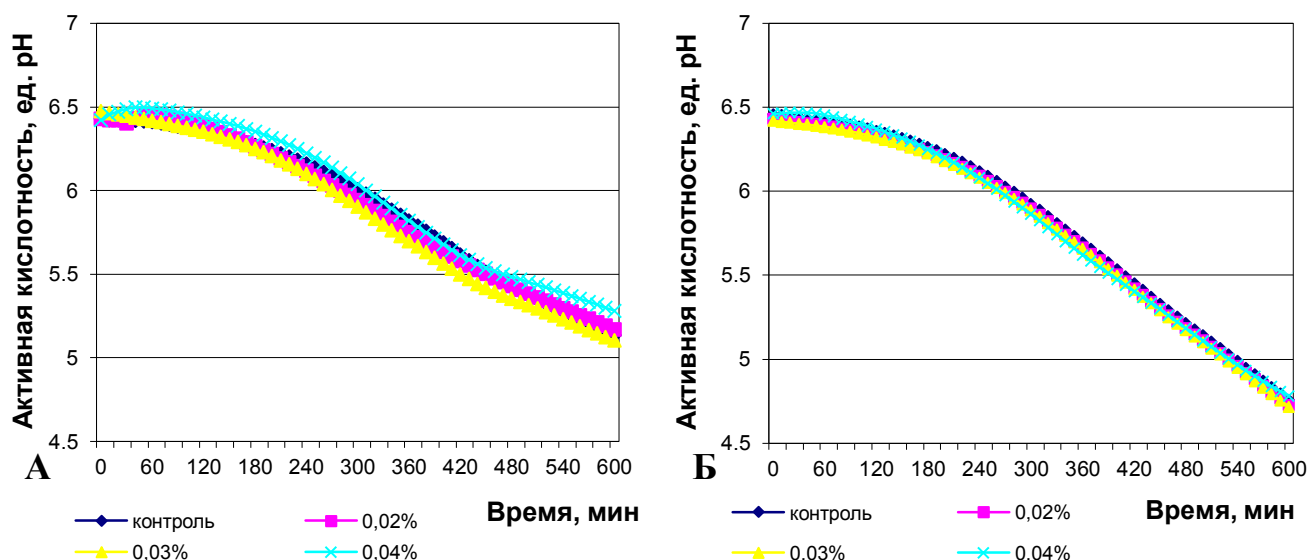


Рисунок 2 – Изменение активной кислотности цельного пастеризованного молока с различными концентрациями хлорида кальция в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A

Как видно из рисунка 2Б, при добавлении хлорида кальция в концентрации 0,02-0,04 % (20-40 г на 100 кг молока) штамм 2653 TL-A ферментировал молоко идентично контролю, не содержащему хлорид кальция: за 10 часов культивирования активная кислотность достигла 4,6 и 4,7 ед. рН, соответственно, также, как и без добавления CaCl₂.

Таким образом, исследуемые культуры *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* развивались в молоке в присутствии хлорида кальция при его концентрации до 0,04 % без изменения скорости кислотообразования.

Проведена оценка влияния различных концентраций лизоцима на развитие штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* в цельном пастеризованном молоке. Так как при изготовлении сыра рекомендовано использовать лизоцим в количестве не более 30 мг на 1 литр молока [11], то при исследовании его вносили в молочное сырье в концентрации 0,001 %, 0,002 %, 0,003 % (рисунок 3).

Как видно из рисунка 3А, добавление лизоцима в цельное пастеризованное молоко в концентрации 0,003 % лишь незначительно повлияло на скорость кислотообразования культуры 2636 TL-A – за 10 часов культивирования штамм достиг значения активной кислотности 5,23 ед. рН, в то время как в молоке без добавления лизоцима (контроль) данный показатель составил 5,11 ед. рН.

Как видно из рис. 3Б, при добавлении в цельное пастеризованное молоко лизоцима в концентрации 0,001 %, 0,002 %, а также без добавления лизоцима штамм 2653 TL-A ферментировал молочное сырье практически идентично, достигая значения активной кислотности 5,0 ед. рН за 8 – 8,5 часов, а в концентрации 0,003 % – за 9 часов.

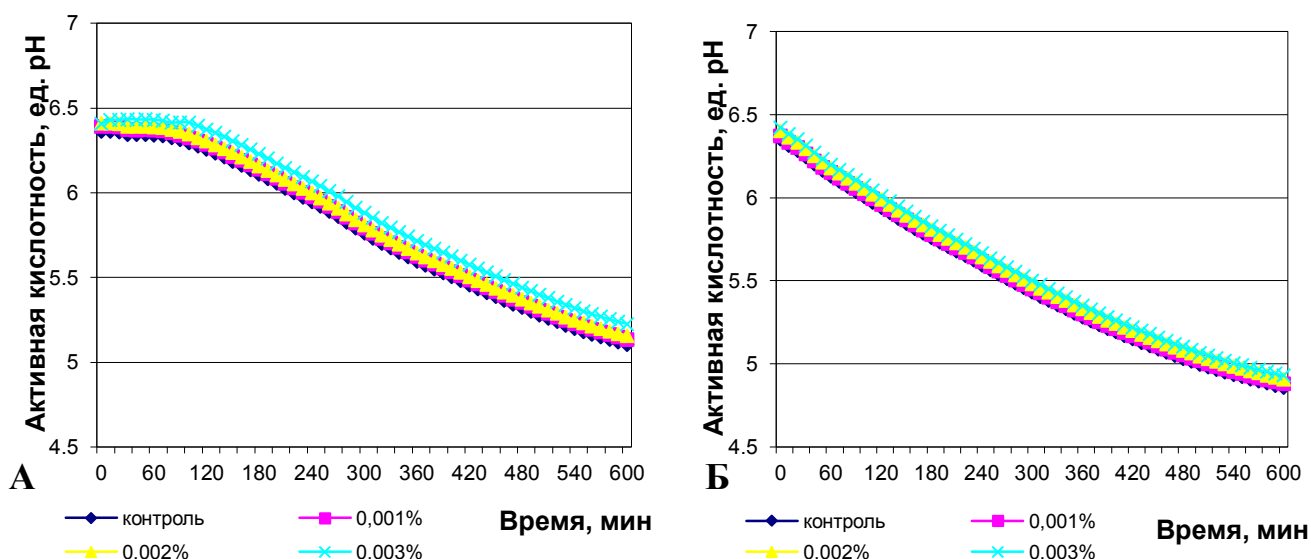


Рисунок 3 – Изменение активной кислотности цельного пастеризованного молока с различными концентрациями лизоцима в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A

Таким образом, добавление лизоцима в молоко в концентрации до 0,003 % не влияло на кислотообразующую активность штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* 2636 TL-A и 2653 TL-A в молоке.

Проведена оценка влияния различных концентраций красителя «аннато» на развитие исследуемых штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* в цельном пастеризованном молоке. Краситель вносили в пастеризованное цельное молоко из расчета 0,0025 % (согласно рекомендациям производителей сыров), 0,005 % (максимально разрешенная концентрация по ТР ТС 029) и 0,01 % (превышала в два раза разрешенную концентрацию) (рисунок 4).

Как видно из рисунка 4, при добавлении в молоко красителя «аннато» во всех исследованных концентрациях штаммы ферментировали его практически идентично контролю (без добавления «аннато»): за 10 часов культивирования активная кислотность ферментируемого сырья достигла 5,2 – 5,3 ед. рН (штамм 2636 TL-A) или 4,5 – 4,6 ед. рН (штамм 2653 TL-A) во всех исследованных образцах.

Таким образом, использование аннато в молочном сырье в концентрации до 0,01 % не влияет на кислотообразующую активность штаммов *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*.

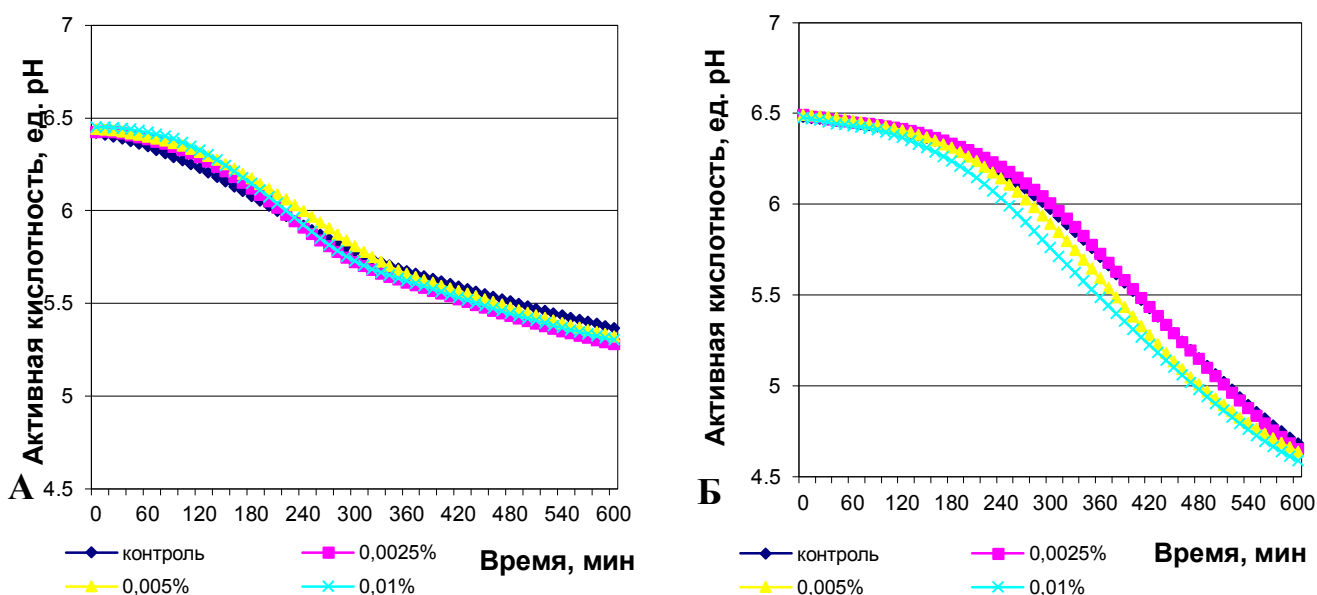


Рисунок 4 – Изменение активной кислотности цельного пастеризованного молока с различными концентрациями красителя «аннато» в процессе его ферментации штаммами *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. А – штамм 2636 TL-A, Б – штамм 2653 TL-A.

Выводы. Определено влияние функционально необходимых (хлорид натрия, хлорид кальция) и технологических вспомогательных (лизоцим, аннато) компонентов для производства сыра на характер изменения активной кислотности при ферментации молока культурами *Lactobacillus delbrueckii*

subsp. lactis. Установлено, что использование поваренной соли в концентрации 2 % приводит к незначительному замедлению кислотообразующей активности штаммов *Lb. delbrueckii subsp. lactis* по сравнению с контролем за 10 часов культивирования: на 0,2 ед. рН (для штамма 2636 TL-A) и на 0,3 ед. рН (для штамма 2653 TL-A). Увеличение концентрации хлорида натрия в молоке до 4 % значительно снижает кислотообразующую активность штаммов молочной палочки, а при содержании хлорида натрия в концентрации 6% культуры не развиваются. Показано, что исследуемые культуры *Lb. delbrueckii subsp. lactis* развиваются в молоке в присутствии хлорида кальция при его концентрации 0,02-0,04 % без изменения скорости кислотообразования. Определено, что внесение лизоцима в молоко в количестве 0,001 % - 0,003 % не влияет на кислотообразующую активность штаммов молочной палочки, также, как и добавление красителя «аннато» при его содержании в молоке до 0,01 %.

Список литературы

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А. Гудкова. М.: ДеЛи принт, 2003. 800 с.
2. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко // Учебник для ВУЗов. Сергиев Посад: ООО «Все для Вас – Подмосковье», 1999. 415 с.
3. Шингарева Т.И., Раманкаускас Р.И. Производство сыра: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» // Минск: ИВЦ Минфина, 2008. 384 с.
4. Fox P.F., McSweeney Paul L.H., Cogan Timothy M., Guinee Timothy P. Cheese Chemistry, Physics and Microbiology // General aspects – UK: Elsevier Academic Press. 2004. Vol. 1. P. 191-259.
5. Кузнецов В.В., Шиллер Г.Г. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.3. Сыры // СПб: ГИОРД, 2003. – 512с.
6. Алексеева Н.Ю., Аристова В.П., Патратий А.П. и др. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: Справочник // М.: Агропромиздат. 1986. 239 с.
7. Лазарева, О.В. Все о сыроделии. Лучшие сыры мира своими руками // Изд-во: Интернет-издание СырДоДыр. 2016. 192 с.
8. ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Приложение 10.
9. Догарева Н.Г., Богатова О.В. Продукты из молочного сырья. Т.3 Сыры // Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. 210 с.
10. Николаева, Е.А., Майоров А.А. Активные и пассивные методы борьбы с биоповреждениями сыров // Переработка молока. 2008. № 8. С. 34-39.
11. Чечулин П. Современное сыроделие для всех. Часть первая // SelfPub, 2018. 170 с.