

8. Kulikov D.A. Proizvodstvo funktsional'nykh vidov khleba s dobavleniem biologicheskii aktivnogo vtorichnogo syr'ya zernoprerabatyvayushchey otrasli // Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike. – 2014. – № 39. – S. 146-150.

9. Merenkova S.P., Zhmachinskaya E.O. Nauchnoe obosnovanie resursosberegayushchikh tekhnologiy khlebobulochnykh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya // Torgovo-ekonomicheskie problemy regional'nogo biznesa prostranstva. – 2015. – № 1. – S. 444-446.

10. Shansharova D.A., Usembaeva Zh.K., Abdraimova D.B. Perspektivy ispol'zovaniya biologicheskii aktivnykh komponentov v tekhnologii khleba // Vestnik almatinskogo

tekhnologicheskogo universiteta. – 2012. – № 5. – S. 70-73.

11. GOST R 52189-2003 Muka pshenichnaya. Obshchie tekhnicheskie usloviya. Natsional'nyy standart RF. – Izd-vo standartov, 2003. – 7 s.

12. Tsyganova T.B. Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva: ucheb. dlya nach. prof. obrazovaniya. – M.: PofObrlzdat, 2001. – 432 s.

13. Chebotareva E.Yu., Yanova M.A., Muchkina E.Ya. Razrabotka kompozitnykh smesey s ispol'zovaniem pshenichnoy i yachmennoy muchki zerna dlya khlebobulochnykh izdeliy // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 11. – S. 125-130.



УДК 637.1/.3.001.076

С.Ю. Бузоверов, Ф.Н. Воробьёв
S.Yu. Buzoverov, F.N. Vorobyev

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА

THE ANALYSIS OF HEAT TREATMENT PROCESS AND MODERNIZATION OF MILK PROCESSING EQUIPMENT

Ключевые слова: молочная промышленность, переработка молока, термическая обработка, процесс пастеризации, выдержка молока, пастеризационная ванна, выдерживатель молока.

Термическая обработка является одной из основных технологических операций в переработке молока, позволяющая обеспечить санитарное благополучие продуктов его переработки. Способность молока выдерживать высокие температуры обуславливается его белковым, соевым составом и кислотностью, которые в свою очередь зависят от сезона года, периода лактации животных, а также породы, физиологического состояния организма животного и т.д. Целью исследований послужили: 1) анализ зависимости продолжительности выдержки молока от его температуры в процессе пастеризации; 2) повышение эффективности работы пастеризационной ванны Г6-ОПБ-1000 в цехе пастеризации молока путём её модернизации. Исследования проводились на базе цеха по производству питьевого молока в ОАО «Модест» г. Барнаула в 2016 г. Современные средства автоматизации и механизации, применяемые на конструируемых теплообменниках, позволяют достигать минимально возможной разницы в температуре (вплоть до 2°C) между греющей и нагреваемой средами. Это открывает новые возможности по управлению влиянием процесса теплообмена на качество го-

товой продукции, а также резко снижает образование нагара продукта на стенки и рабочие органы аппаратов. Проведя модернизацию пастеризационной ванны, добились более равномерного нагрева всего объема молока при минимальных затратах энергии.

Keywords: dairy industry, milk processing, milk thermal treatment, pasteurization process, milk holding, pasteurizing tank, milk holder.

Thermal treatment is one of the main technological operations in milk processing which ensures proper sanitary condition of processed dairy products. The ability of milk to maintain high temperatures is determined by its protein and salt composition, and acidity which depend on a season, the period of lactation, and also depend on animal breed, body physiological state, etc. The research goals were as following: 1) the dependence of milk holding duration on its pasteurization temperature; 2) improving the performance of pasteurizing tank G6-OPB-1000 in milk pasteurization unit through its upgrading. The studies were conducted at the Market Milk Dept. of the dairy factory ОАО "Modest" in Barnaul in 2016. Advanced means of automation and mechanization used in heat exchangers allow reaching minimum possible difference in temperature (up to 2°C) between heating and heated media. This opens new opportunities for the management of

heat exchange process influence on the end product quality and reduces dramatically burnt deposit on the walls and tools of the equipment. The upgrade

of the pasteurizing tank resulted in more uniform heating of the total milk volume with minimum power costs.

Бузоверов Сергей Юрьевич, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

Воробьёв Фёдор Николаевич, магистрант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

Buzoverov Sergey Yuryevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

Vorobyev Fedor Nikolayevich, master's degree student, Altai State Agricultural University. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

Введение

Молоко – жизненно необходимый и популярный российский продукт. В настоящее время на прилавках магазинов и супермаркетов имеется широкий выбор молочных продуктов: от молока с различной степенью жирности и различными ароматизаторами, до ряженки, айрана, сыворотки и воздушных творожков [2]. Качество и срок годности молока в значительной степени зависят от условий первичной обработки и переработки. Тепловая обработка служит для увеличения срока годности молока, его дезинфицирования, так же нагревание способствует повышению начального качества молока.

Термическая обработка является одной из основных технологических операций в переработке молока, позволяющая обеспечить санитарное благополучие продуктов его переработки. Способность молока выдерживать высокие температуры обуславливается его белковым, солевым составом и кислотностью, которые в свою очередь зависят от сезона года, периода лактации животных, а также породы, физиологического состояния организма животного и т.д. [1-4].

Основной целью тепловой обработки молока является снижение общего количества микроорганизмов, а также уничтожение патогенной микрофлоры; инактивация ферментов молока для повышения его стойкости при длительном хранении (стерилизация, сгущение, сушка) [5, 6].

Материал и методы исследований

Тепловая обработка молока – это целый комплекс режимов воздействия температуры и продолжительности выдержки при ее сохранении. Продолжительность выдержки при заданной температуре должна быть такой, чтобы был достигнут необходимый эффект тепловой обработки (например, эффект пастеризации).

Целью исследований послужили:

1) анализ зависимости продолжительности выдержки молока от его температуры в процессе пастеризации;

2) повышение эффективности работы пастеризационной ванны Г6-ОПБ-1000 в цехе пастеризации молока путём её модернизации.

Исследования проводились на базе цеха по производству питьевого молока в ОАО «Модест» г. Барнаула в 2016 г.

Результаты исследований

Продолжительность выдержки и температура пастеризации (t) связаны между собой зависимостью, при которой продолжительность выдержки уменьшается с повышением температуры пастеризации. Для цельного питьевого молока такая зависимость имеет следующий вид:

$$\ln t = 36,84 - 0,48 \cdot t.$$

Действующим Федеральным законом № 88-ФЗ от 12.06.2008 «Технический регламент на молоко и молочную промышленность» определены температурно-временные режимы тепловой обработки. В соответствии с законом в настоящее время применяются различные технологические операции температурной обработки молока (табл.).

Большинство предприятий, выпускающих технологическое оборудование, предлагают аппаратное оформление тепловых процессов в различных модификациях. Техническая реализация процесса пастеризации молока нашла свое выражение в различных типах аппаратов.

Стерилизацию молока осуществляют как в таре, так и в потоке. Для этих целей используются автоклавы или стерилизаторы – это аппараты для стерилизации в таре. В потоке используют стерилизационно-охладительные установки.

Режимы температурной обработки молока

Технологическая операция	Продукт	Температура, °С	Выдержка, с
Термизация	Молоко-сырье	60-68	Менее 30
Низкотемпературная пастеризация	Сыры	72-76	20-30
Высокотемпературная пастеризация	Цельное молоко	78-85	20-30
	Кисломолочная продукция	85-97	20-30
Стерилизация	Стерилизованное молоко	около 100	-
Ультрапастеризация в теплообменниках смешения	Ультрапастеризованное молоко	125-140	2-5
Ультрапастеризация в поверхностных теплообменниках		135-140	2-5

Ультрапастеризация осуществляется в потоке, для нее установлен рабочий диапазон температур в интервале 125-140°С для поверхностных теплообменников и в интервале 135-140°С – для теплообменников смешения с выдержкой не менее 2 с в обоих случаях. Данный технологический процесс осуществляется на установках ультрапастеризации [7-9].

Принцип работы теплообменников смешения основан на непосредственном смешивании двух сред: греющей и нагреваемой. Такие теплообменники широко применяются в технологическом процессе стерилизации и ультрапастеризации, где либо непосредственно в продукт подается теплоноситель (технология «пар в продукт», так называемая инъекция), либо продукт распыляется в облако пара (технология «продукт в пар» – инфузия). Основным достоинством теплообменников смешения является высокая скорость нагрева в них продукта, что положительно сказывается на его органолептических свойствах.

Поверхностные теплообменные аппараты представляют собой группы машин, работающих как с мешалками, так и без них. К первой группе относятся теплообменники скребкового типа, которые в свою очередь делятся на барабанные и пластинчатые. Эта группа характеризуется полуразборными конструкциями, в которых теплообменные поверхности, соприкасающиеся с продуктом, доступны для ручной чистки и мойки.

Аппараты с поверхностью теплообмена, образованной стенками, представляют собой емкостные теплообменники различной конструкции с теплообменной рубашкой. Эти аппараты, преимущественно периоди-

ческого действия, широко применяются в молочной промышленности.

Существуют различные виды аппаратов в зависимости от их назначения для тепловых процессов: ванны длительной пастеризации, пастеризационные ванны, универсальные ванны; физико-химических процессов: ванны для созревания сливок, сливокосозревательные аппараты, ванны нормализации высокожирных сливок; биохимических процессов: заквасочники, аппараты для производства кисломолочных продуктов и напитков. В некоторых случаях они могут быть взаимозаменяемыми.

Наиболее распространенным в пищевой и перерабатывающей промышленности является оборудование, не требующее подвода механической энергии для перемешивания в зону теплообмена. В преобладающем большинстве оно представлено трубчатыми и пластинчатыми аппаратами, имеющими широкий спектр применения, а также как преимущества, так и недостатки.

Ванна пастеризационная Г6-ОПБ-1000 предназначена для пастеризации молока, приготовления кисломолочных продуктов и производственных заквасок, она состоит из внутренней нержавеющей ванны, заключенной в двустенный наружный корпус с термоизоляцией (рис. 2). Под внутренней ванной размещена парораспределительная головка, к которой через систему трубопроводов подводятся пар и холодная вода. Мешалка вращается от привода, установленного на крышке ванны, и обеспечивает тщательное перемешивание продукта. Подъем и опускание крышки производятся вручную за ручки, расположенные на одной из полукрышек. В ванне установлен термопреобразователь сопротивления, который при изменении температуры продук-

та подает сигнал на шкаф управления процессами пастеризации, охлаждения и сквашивания продукта. Готовый продукт сливается через молочный кран. Все детали и узлы, соприкасающиеся с продуктом, а также облицовка ванны изготовлены из нержавеющей стали [2].

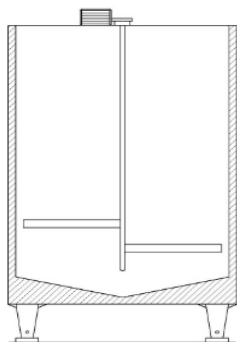


Рис. 1. Пастеризационная ванна Г6-ОПБ-1000

В процессе изучения работы пастеризационной ванны нами был выявлен недостаток: с помощью лопастной мешалки происходит неравномерное перемешивание молока, вследствие чего пастеризация проходит не достаточно эффективно и быстро, так затрачивается дополнительное время на прогрев молока и дополнительного перемешивания для равномерного распределения температур. В связи с этим возрастают затраты на электроэнергию и оплату труда оператору, поэтому нами была предложена модернизация лопастной мешалки на рамно-лопастную.

Пастеризационная ванна состоит из следующих основных узлов: корпус, крышка, кран заполнения, опоры, подвод пара, вывод пара, кран опорожнения, слив воды, рубашка, ёмкость, моющая головка, рамно-лопастная мешалка (рис. 2).

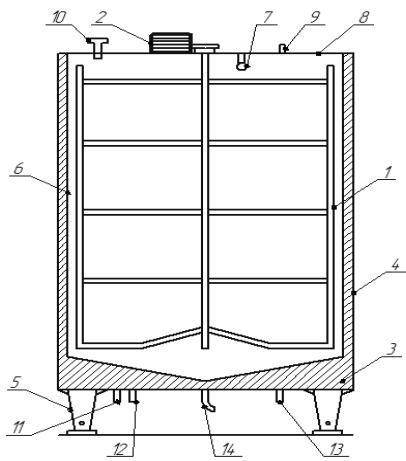


Рис. 2. Модернизированная пастеризационная ванна

Работа пастеризатора происходит следующим образом. При открытии крана заполнения молоко перемещается с помощью насоса в отверстие для ввода молока (10) и поступает в геометрическую цилиндрическую емкость (6), при заполнении емкости на блок управления поступает сигнал и кран закрывается.

После закрытия крана автоматически начинает вращаться мешалка (1). По прошествии заданного времени мешалка (1) отключается, датчик температуры (9), подключенный к входу блока управления, показывает температуру внутри емкости, и, если она не имеет отклонений от нормы, открывается кран опорожнения (14). После вывода продукта емкость оmyвается оmyвателем (7) и ванна готова к следующей работе.

В результате, установив рамно-лопастную мешалку в емкостной выдерживатель, мы добились:

- равномерного распределения температуры в выдерживателе;
- эффективности пастеризации;
- сокращения электроэнергии;
- сокращения времени пастеризации;
- сокращения времени работы оператора.

Рассмотрев экономическое обоснование проекта, нами было выявлено, что при дополнительных капиталовложениях в пределах 35 тыс. руб. годовая экономия составит около 20 тыс. руб., а срок окупаемости – около 2 лет.

Выводы

Современные средства автоматизации и механизации, применяемые на конструируемых теплообменниках, позволяют достигать минимально возможной разницы в температуре (вплоть до 2°C) между греющей и нагреваемой средами. Это открывает новые возможности по управлению влиянием процесса теплообмена на качество готовой продукции, а также резко снижает образование нагара продукта на стенки и рабочие органы аппаратов.

Проведя модернизацию пастеризационной ванны, добились более равномерного нагрева всего объема молока при минимальных затратах энергии.

Библиографический список

1. Бредихин С.А., Ракшин К.А. Оборудование для термообработки молока // Переработка молока. – 2011. – № 8. – С. 24-28.
2. Голубева Л.В., Пономарев А.Н. Современные технологии и оборудование для производства питьевого молока. – М.: ДеЛи Принт, 2004. – 179 с.
3. Бузоверов С.Ю. Инновационные подходы в модернизации технологии и оборудования для производства питьевого молока // Вестник Алтайского ГАУ. – 2015. – № 4 (126). – С. 129-132.
4. Бузоверов С.Ю. Совершенствование конструкции емкостного выдерживателя для пастеризации молока // Развитие инновационной деятельности в АПК региона: матер. Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. А.М. Зубахина. – Барнаул: АЗБУКА, 2012. – С. 125-129.
5. Драгилев А.И., Дроздов В.С. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК. – М.: Колос, 2001. – 352 с.
6. Процессы и аппараты пищевой технологии: учеб. пособие / под ред. С.А. Бредихина. – СПб.: Лань, 2014. – 544 с.
7. Липатов Н.Н., Марьин В.А., Фетисов Е.А. Мембранные методы разделения молока и молочных продуктов. – М., 1976. – 168 с.
8. Бионанотехнология / под ред. А.А. Баева. – М.: Наука, 1995. – 600 с.
9. Aleandri R., Buttazzoni L.G., Schneider J.C., Caroli A., Davoli R. The effects of milk protein polymorphism on milk components and cheese-producing ability // Journal of Dairy Science. – 1990. – Vol. 73 (2). – P. 241-255.

References

1. Bredikhin S.A., Rakshin K.A. Oborudovanie dlya termoobrabotki moloka // Pere-rabotka moloka. – 2011. – № 8. – S. 24-28.
2. Golubeva L.V., Ponomarev A.N. Sovremennyye tekhnologii i oborudovanie dlya proizvodstva pit'evogo moloka. – M.: DeLi Print, 2004. – 179 s.
3. Buzoverov S.Yu. Innovatsionnyye podkhody v modernizatsii tekhnologii i oborudovaniya dlya proizvodstva pit'evogo moloka // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 4 (126). – S. 129-132.
4. Buzoverov S.Yu. Sovershenstvovanie konstruktсии emkostnogo vyderzhivatelya dlya pasterizatsii moloka // Razvitie innovatsionnoy deyatel'nosti v APK regiona: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / pod red. A.M. Zubakhina. – Barnaul: AZBUKA, 2012. – S. 125-129.
5. Dragilev A.I., Drozdov V.S. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatий pererabatyvayushchikh otrasley APK. – M.: Kolos, 2001. – 352 s.
6. Protsessy i apparaty pishchevoy tekhnologii: uchebnoe posobie / pod red. S.A. Bredikhina. – SPb.: Lan', 2014. – 544 s.
7. Lipatov N.N., Mar'in V.A., Fetisov E.A. Membrannyye metody razdeleniya moloka i molochnykh produktov. – M., 1976. – 168 s.
8. Bionanotekhnologiya / pod red. A.A. Baeva. – M.: Nauka, 1995. – 600 s.
9. Aleandri R., Buttazzoni L.G., Schneider J.C., Caroli A., Davoli R. The effects of milk protein polymorphism on milk components and cheese-producing ability // Journal of Dairy Science. – 1990. – Vol. 73 (2). – P. 241-255.

