УДК 637.13.3

ДЕЗОДОРАЦИЯ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ В РОТОРНОМ РАСПЫЛИТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ

Д.М. Попов*, Л.В. Терещук

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

**e-mail: pdm2005@rambler.ru*

Дата поступления в редакцию: 06.04.2016
Дата принятия в печать: 02.07.2016

Молочные продукты должны соответствовать ряду требований по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептическими показателями являются запах и вкус, так как они в основном влияют на спрос потребителей. Среди пороков сырья, влияющих на качество молочных продуктов, особенно при его хранении, наиболее распространенными являются пороки запаха и вкуса кормового происхождения. Причиной этого является использование кормов, содержащих специфические вещества, переходящие в молочные продукты. Молочные продукты, содержащие жир, абсорбируют из окружающей среды вещества, придающие посторонний запах и вкус. Поэтому, кроме кормовых пороков, молочные продукты могут приобрести и другие посторонние запах и вкус. Для исправления пороков молочных продуктов используется дезодорация. Сущность процесса дезодорации заключается в обработке горячего молочного сырья в условиях разрежения. Большинство одорирующих веществ образуют с водяным паром азеотропные смеси. Температура кипения образующихся смесей ниже температуры кипения воды. Это позволяет проводить паровую дистилляцию из молочного сырья одорирующих веществ. Основной недостаток существующих дезодораторов – низкая производительность, отнесенная к объему аппарата. Предлагается использовать в качестве дезодоратора роторный распылительный аппарат, не имеющий данного недостатка и отличающийся многократной циркуляцией жидкости, которая сопровождается диспергированием и ударами капель о пленку жидкости на поверхности каплеотбойника и корпуса. Это позволяет увеличить производительность дезодоратора. Также путем подбора соответствующей кратности циркуляции возможно регулировать время дезодорации в широких пределах. Экспериментально исследована дезодорация молока в роторном распылительном аппарате. Использовалось молоко с воспроизведенными пороками запаха и вкуса. После дезодорации определялись физико-химические показатели и проводилась органолептическая оценка молока. Подготовка и проведение оценки запаха и вкуса проводились согласно нормативным документам. В результате были установлены рациональные параметры проведения процесса. Предложена схема производства пастеризованного молока с вакуум-дезодорацией сырья в роторном распылительном аппарате.

Молочное сырье, органолептические свойства, дефекты запаха и вкуса, дезодорация, роторный распылительный аппарат

Введение

Молоко и молочные продукты должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52054-2003 и ГОСТ 32922-2014. Требования этих нормативных документов предъявляются к органолептическим и физико-химическим показателям. Такие свойства молочных продуктов, как внешний вид, цвет, запах, вкус и аромат, относятся к органолептическим показателям. На спрос потребителей в основном влияют такие оценочные показатели, как запах, вкус и аромат. Поэтому эти показатели наиболее важны в общей оценке органолептических свойств молочных продуктов.

Несоблюдение условий содержания и кормления коров является наиболее частыми причинами возникновения пороков молока, ухудшающих органолептические показатели. Особенно это характерно в осенне-зимний и весенний периоды, и количество такого молока, принимаемого заводами, может достигать 70 % [1].

Пороки кормового происхождения являются наиболее распространенными среди дефектов сырого молока. Интенсивность пороков кормового происхождения зависит от вида и количества корма, концентрации вкусовых и ароматических веществ в нем и от времени, прошедшего с момента кормления до начала доения коров. Такие вкусовые и ароматические вещества, как эфиры, спирты, альдегиды, кетоны, могут присутствовать в кормах и без изменений попадать в молоко. Также из определенных веществ кормов при пищеварении могут синтезироваться другие вкусовые и ароматические вещества, которые затем через кровь попадают в молоко. Как правило, кормовой запах и вкус при хранении молока усиливаются и по этому признаку отличаются от других дефектов [1, 2].

Наиболее часто встречающиеся изменения запаха, вкуса и аромата молока вызывают грубые и сочные корма. В основном кормовой запах и вкус молоку придают такие химические соединения, как ацетон, бутанон, изопропанол, метилсульфид, пропанол и этанол и ряд других соединений [2, 7].

Альдегиды, кетоны, спирты и эфиры, образующиеся в процессе брожения силоса, вызывают силосный запах и вкус в молоке. Этот дефект является наиболее распространенным. Интенсивность силосного запаха и вкуса зависит от вида и качества силоса.

При использовании в качестве кормов травяного и зернового силоса, а также свежескошенной

травы в молоке повышается содержание летучих аминов, отчего молоко может приобретать кормовой, лекарственный, металлический, солодовый запах и вкус в зависимости от вида аминов.

Молочные продукты, содержащие жир, абсорбируют из окружающей среды вещества, придающие посторонний запах и вкус нефтепродуктов. Из кормов в молоко также переходят инсектициды, гербициды, хлорфенолы и другие химикаты, применяемые в сельском хозяйстве [1, 2, 3]. Молочные продукты, помимо пороков запаха и вкуса, присутствующих в исходном сырье, могут содержать неконденсирующиеся газы и иметь специфический вкус и запах, образующиеся в процессе производства [7, 8].

По органолептическим показателям стерилизованное молоко не должно в значительной мере отличаться от пастеризованного. При производстве сливочного масла, пастеризованного молока, стерилизованного молока и других молочных продуктов молочное сырье подвергается тепловой обработке. При этом температура пастеризации молочного сырья в зависимости от вида продукции составляет 75…95 ºС, а при стерилизации с применением косвенного нагрева температура достигает 137…140 ºС.

После тепловой обработки молочное сырье содержит около 400 летучих компонентов [1]. Качество молочных продуктов, не удовлетворяющих требованиям первого сорта, можно улучшить специальной обработкой [2, 3]. При производстве сливочного масла для исправления пороков сливок используется промывка [2, 3]. Промывка позволяет удалить многие привкусы (дрожжевой, кислый, кормовые, нечистый, старый), носителем которых является плазма. Сливки промывают водой и обезжиренным молоком. Для этого их разбавляют водой с температурой 45…50 ºС до жирности 5…8 %, размешивают и сепарируют. Полученные сливки вновь разбавляют доброкачественным обезжиренным молоком до жирности 5…8 % и повторно сепарируют [3, 4]. Промывка способствует значительным потерям жира при сепарировании, что является существенным недостатком этого способа. Также для промывки характерны дополнительные затраты труда и электроэнергии. Промытые сливки сбиваются быстрее, но в пахту отходит больше жира, вследствие чего его потери увеличиваются на 1,5…3 %. Промытые сливки нуждаются в немедленной пастеризации. Метод промывки используется на предприятиях, где нет возможности применить дезодорацию и вакреацию (тепловая обработка под вакуумом с подводом острого пара).

Объекты и методы исследований

Дезодорация молочного сырья заключается в его тепловой обработке в условиях разрежения в тепломассообменных аппаратах – дезодораторах. Дезодорация представляет собой паровую дистилляцию из молочного сырья пахнущих веществ, образующих с водяным паром азеотропные смеси, кипящие ниже температуры кипения воды. На рис. 1 показана вакуум-дезодорационная установка ОДУ-3, применяемая для дезодорации сливок. При разрежении 0,04…0,06 МПа сливки вскипают при температуре 65…70 ºС. Режимы дезодорации устанавливают в зависимости от качества сливок и массовой доли в них жира, вида вырабатываемого масла вне зависимости от метода производства.

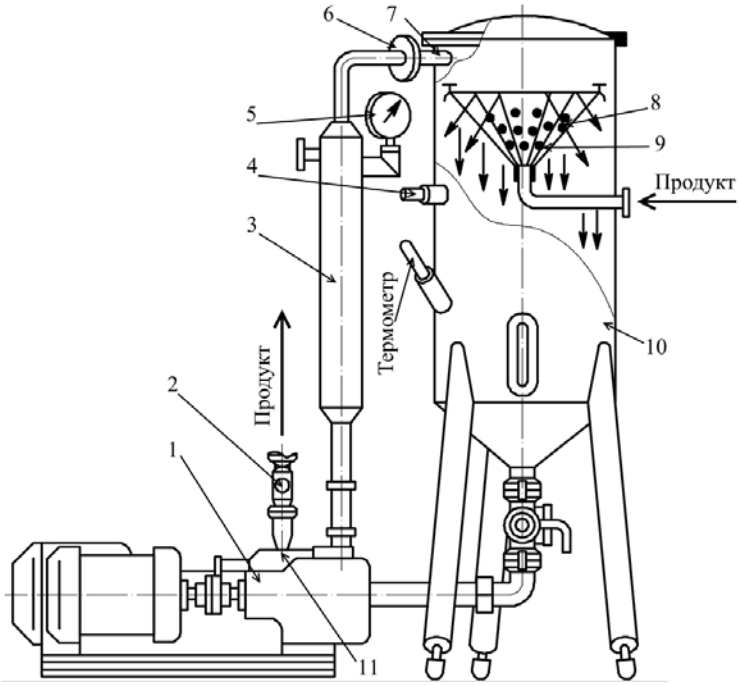

Рис. 1. Схема вакуум-дезодорационной установки ОДУ-3:
1 – вакуумный насос; 2 – обратный клапан; 3 – конденсатор; 4 – воздушный клапан; 5 – вакуумметр;
6 – плоский обратный клапан; 7 – штуцер для отвода газов; 8 – перфорированная камера; 9 – патрубок для подачи дезодорируемой жидкости; 10 – вакуум-дезодорационная камера; 11 – насос для продукта

При необходимости более полного удаления из сливок нежелательных пахнущих летучих веществ необходимо интенсифицировать процесс парообразования путем повышения температуры нагревания сливок или снизить остаточное давление в системе. Например, 92…95 ºС при остаточном давлении 0,02…0,04 МПа в осенне-зимний период и 0,01…0,03 МПа в весенне-летний период.

При вакреации в условиях вакуума осуществляется паровая дистилляция из молочного сырья пахнущих веществ. Вакреация совмещает два процесса – введение острого водяного пара для нагрева жидкости и создание вакуума с целью испарения летучих веществ.

Дезодораторы и вакреаторы представляют собой вертикальные камеры, поверхность тепломассообмена в которых обычно создается струями и каплями [5]. Более эффективными являются аппараты, обеспечивающие течение турбулизированной пленки жидкости. Основной недостаток известных дезодораторов – низкая удельная производительность, оцениваемая отношением поверхности тепломассообмена к объему аппарата. Это препятствует созданию эффективного оборудования производительностью по жидкости больше 3 м^3/ч. Использование роторного распылительного аппарата позволит устранить данный недостаток [5, 6]. Роторный распылительный аппарат отличается высокой интенсивностью тепломассообменных процессов. Поверхность тепломассообмена в роторном распылительном аппарате создается на двух стадиях: 1) распыливание жидкости в виде струй и капель вращающимся диспергирующим устройством (перфорированный цилиндр); 2) ударное взаимодействие первичных капель факела с пленкой жидкости на поверхности пластинок пристенного каплеотбойника и стенке корпуса аппарата. Количество переданного вещества на второй стадии составляет около 50 % от общего количества [5].

Контактный элемент роторного распылительного аппарата показан на рис. 2. Основными конструктивными элементами аппарата являются диспергирующее устройство 1, пристенный каплеотбойник 4 и сливная тарелка 7. С помощью этих трех элементов и создается многократная циркуляция и диспергирование жидкости. Подача жидкости в диспергирующее устройство осуществляется заборным устройством 2. Жидкость поступает к заборному устройству по переточным трубам 6 из тарелки 7. Пристенный каплеотбойник представляет собой набор вертикальных металлических пластин, установленных под углом к касательной диспергирующего устройства, и предназначен для снижения брызгоуноса [5, 6]. Заборное устройство состоит из двух коаксиальных цилиндров и расположенными между ними лопатками. Переливная труба 5 предназначена для стекания избытка жидкости с тарелки 7. Диспергирующее и заборное устройства размещены на валу 3, который приводит их во вращательное движение. Перетекание жидкости из периферийной части тарелки в центральную – питающую часть происходит по переточной трубе 6. Контактные элементы размещены вертикально в корпусе 8. Направляющие лопатки 9 обеспечивают закручивание парового потока.

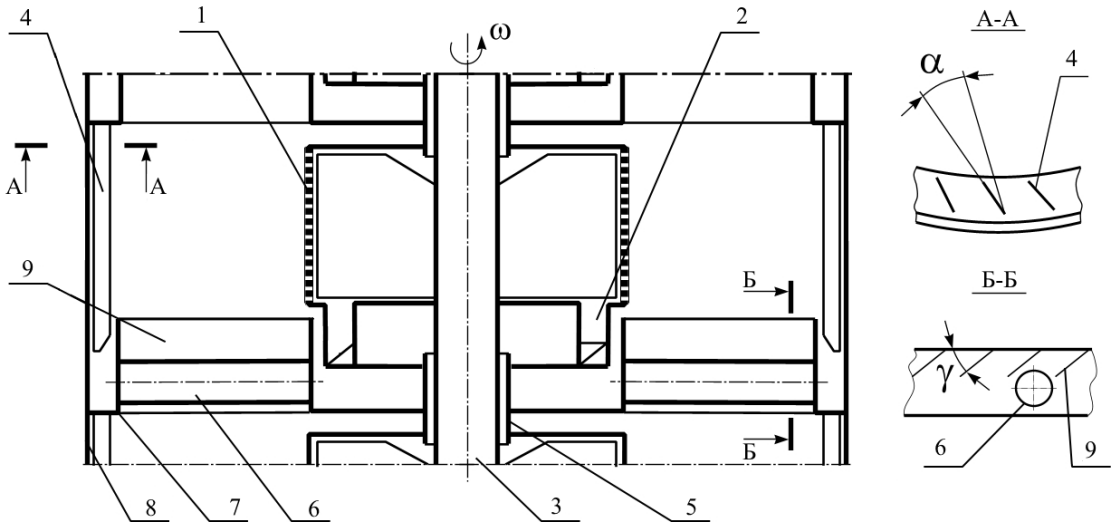

Рис. 2. Схема контактного элемента роторного распылительного аппарата:
1 – диспергирующее устройство; 2 – заборное устройство; 3 – вал; 4 – пристенный калеотбойник;
5 – переливная труба; 6 – переточная труба; 7 – тарелка; 8 – корпус; 9 – направляющие лопатки

Работа контактного элемента осуществляется следующим образом. Жидкость из питающей части тарелки 7 захватывается заборным устройством 2 и подается в диспергирующее устройство 1. Под действием центробежных сил через перфорированный цилиндр диспергирующего устройства жидкость распыливается в свободное пространство. Первичные капли факела распыла касательно ударяются о пластинки пристенного каплеотбойника, часть жидкости слетает с пластинок и ударяется по корпусу 8. Жидкость с пластинок каплеотбойника и корпуса стекает в периферийную часть тарелки 7, откуда по трубам 6 поступает в центральную (питающую) часть тарелки. Далее жидкость вновь за-

хватывается заборным устройством и подается на распыливание в диспергирующее устройство. Избыток жидкости в количестве, равном количеству свежепоступившей на контактный элемент, по переливной трубе 5 сливается непосредственно в распылитель нижерасположенного контактного элемента.

Отличительная особенность роторного распылительного аппарата – многократная циркуляция жидкости, которая сопровождается многократным диспергированием и ударами капель о пленку жидкости на обогреваемой поверхности. Это позволит достичь требуемой эффективности процесса, а путем подбора соответствующей кратности циркуляции можно регулировать время дезодорации в широких пределах.

Гидравлическое сопротивление роторного распылительного аппарата невелико (10…30 Па на один контактный элемент) – это обеспечивает существенное преимущество при проведении процессов разделения жидких систем при разрежении. Предельная скорость паров и удаляемых газов составляет 4 м/с. Энергозатраты при работе аппарата невелики. Эффективность массоотдачи по Мерфи в условиях среднего вакуума 60…70 %. Все это позволяет использовать роторный распылительный аппарат для эффективного проведения процесса дезодорации.

Целью выполненных экспериментальных исследований является изучение эффективности дезодорации молока в роторном распылительном аппарате.

В исследованиях использовалось молоко коровье пастеризованное с воспроизведенными дефектами запаха и вкуса. Для воспроизведения дефектов применялся дистилляционный метод. Сено люцерны помещалось в колбу с водой. В пробку колбы вставлена стеклянная трубка, к которой присоединен резиновый шланг. Свободный конец шланга опускался в сосуд с молоком. При нагревании суспензии корма в воде летучие компоненты с водяным паром перегонялись в молоко.

Дезодорация молока проводилась на экспериментальной установке, основным элементом которой является роторный распылительный аппарат.

Предварительно нагретое до 65…75 ºС исходное молоко подается в аппарат, где кипит за счет температурного перепада, обусловленного величиной вакуума в аппарате. Образующиеся в процессе кипения пары направляются в конденсатор. Дезодорированное молоко поступает в сборник готового продукта. Сборник готового продукта снабжен охлаждающей рубашкой для предотвращения вскипания молока. Разрежение в установке создавалось вакуум-насосом.

После дезодорации проводилась органолептическая оценка молока и определялись: титруемая кислотность, массовая доля жира, массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО).

Подготовка и проведение оценки запаха и вкуса дезодорированного молока проводились согласно требованиям ГОСТ 26809.1-2014. В табл. 1 представлена шкала балльной оценки запаха, вкуса и аромата свежего пастеризованного молока и молока с разной степенью выраженности пороков различного происхождения. Запах и вкус пастеризации не рассматривался как порок.

Таблица 1

Балльная оценка запаха и вкуса молока

Запах, вкус и аромат	Оценка, баллы
Чистые	5
Пустые, перепастеризованные (кипяченые)	4
Слабые кормовые, хлевные, нечистые, пригорелые, окисленные, липолизные	3
Кормовые, хлевные, пригорелые, окисленные, липолизные, слабые затхлые. Слабый горький вкус	2
Сильные кормовые, хлевные, пригорелые, затхлые, слабые прогорклые и другие посторонние	1
Прогорклые, гнилостные и др. посторонние	0

Результаты и их обсуждение

Дезодорация молока осуществлялась в роторном распылительном аппарате со следующими характеристиками. Внутренний диаметр аппарата – 150 мм. Аппарат содержит 6 контактных элементов. Параметры диспергирующего устройства: диаметр перфорированного цилиндра – 75 мм, его высота – 42 мм, диаметр распыливающих отверстий – 2 мм, количество рядов отверстий – 7, количество отверстий в одном ряду – 32, отверстия были расположены в шахматном порядке. Частота вращения ротора составляла 540 об/мин.

Результаты экспериментального исследования дезодорации молока приведены в табл. 2. Молоко с воспроизведенными пороками запаха и вкуса имело следующие свойства: кислотность – 19,5 ºТ; массовую долю жира – 2,5 %; массовую долю сухих обезжиренных веществ молока (СОМО) – 7,7 %; средняя оценка запаха и вкуса – 2,6 балла.

Как видно из табл. 2, дезодорация в аппарате позволяет снизить кислотность молока на 1,5 ºТ. Повысить оценку молока на 1…2 балла.

Количество испаренной влаги зависит от разности температур молока, подаваемого и отводимого из роторного распылительного аппарата. В среднем температурному перепаду в 3,6 ºС соответствует 1 % испаряемой влаги. С увеличением температурного перепада балльная оценка молока повышается. Также с увеличением вакуума происходит повышение оценки молока. Но при вакууме 16 кПа молоко приобретает пустой вкус и оценка снижается.

Таблица 2

Свойства молока после вакуум-дезодорации в роторном распылительном аппарате

Давление в РРИ, кПа	Температура, ºС		Кислотность, ºТ	Массовая доля жира, %	СОМО, %	Количество испаренной влаги, %	Органолептическая оценка, баллы
	молока, подаваемого в РРИ	дезодорации					
16	65	55	18	3,3	9,8	2,88	3,8
20		60	19	3,0	8,8	1,64	3,6
20	70	60	18,5	3,2	9,5	2,50	4,8
26		65	18	3,0	8,6	1,45	4,4
20	75	60	18	3,5	10,4	3,72	4,2
31		70	19,5	2,9	8,7	1,42	3,6

На основании вышеизложенного были рассчитаны вакуум-дезодорационные установки, основным элементом которых является роторный распылительный аппарат, производительностью 3000, 5000 и 10 000 л/ч. Температура продукта, поступающего в роторный распылительный аппара т, – 65…95 ºС. Давление вакуума – 40…75 кПа. Основные характеристики рассчитанных вакуум-дезодорационных установок приведены в табл. 3. Отличие рассчитанных установок от известных состоит в большей производительности и меньшем температурном перепаде и степени разрежения. Температурный перепад в аппарате составляет 3,6 ºС на 1 % испаряемой влаги.

Использование разработанного ряда дезодораторов (табл. 3) представляется перспективным для улучшения качества молочного сырья не только на крупных и средних предприятиях, но и на мелких молочных заводах.

Таблица 3

Характеристики дезодораторов

Производительность, $м^3/ч$	Диаметр КЭ, м	Число КЭ	Объем аппарата, $м^3$	Частота вращения ротора, $мин^{-1}$	Мощность привода, кВт	Габаритные размеры установки, 10^3 м
3	0,3	3	0,035	1000	0,6	1000x900x1200
5	0,3	5	0,056	1000	0,8	1000x900x1400
10	0,5	5	0,180	800	0,8	1200x900x1500

Ниже рассмотрен вариант использования роторного распылительного аппарата в качестве дезодоратора для удаления кормового запаха и вкуса, кислорода и других газов, присутствующих в исходном сырье.

Предлагается схема установки для производства пастеризованного молока с вакуум-дезодорацией сырья в роторном распылительном аппарате (рис. 3). Работа установки осуществляется следующим образом. Молоко подается из молокохранильного отделения в уравнительный бак 1. Поплавковый регулятор уровня через клапан 15 поддерживает постоянный уровень в баке 1. В секцию рекуперации пластинчатого аппарата 4 молоко подается центробежным насосом 2. Ротаметрический регулятор 3 через клапан 16 обеспечивает постоянную производительность установки. Из первой секции рекуперации молоко, нагретое до температуры 45 ºС, подается в сепаратор-молоко-очиститель 5. После очистки в сепараторе молоко поступает во вторую секцию рекуперации пластинчатого аппарата. Нагретое до температуры 70 ºС молоко направляется в роторный распылительный аппарат 6. В аппарате поддерживается остаточное давление 20 кПа. При данной температуре и давлении в аппарате осуществляется дистилляция веществ, придающих молоку кормовой запах и вкус. Разрежение в аппарате осуществляется вакуумной установкой, в которую входят эжектор 7, центробежный насос 9 и бак циркуляционной воды 8. Дезодорированное молоко при температуре 65 ºС из аппарата поступает в одну из буферных емкостей 23, откуда откачивается центробежным насосом 10 в секцию пастеризации пластинчатого аппарата, где нагревается до температуры пастеризации 76…80 ºС. После секции пастеризации молоко выдерживается в выдерживателе 11 и возвращается в пластинчатый аппарат, где предварительно охлаждается в секциях рекуперации. Окончательное охлаждение молока осуществляется в секциях водяного и рассольного охлаждения пластинчатого аппарата.

На выходе из пластинчатого теплообменника установлен клапан 18, через который молоко направляется на розлив или в уравнительный бак для повторной пастеризации при нарушении технологического режима.

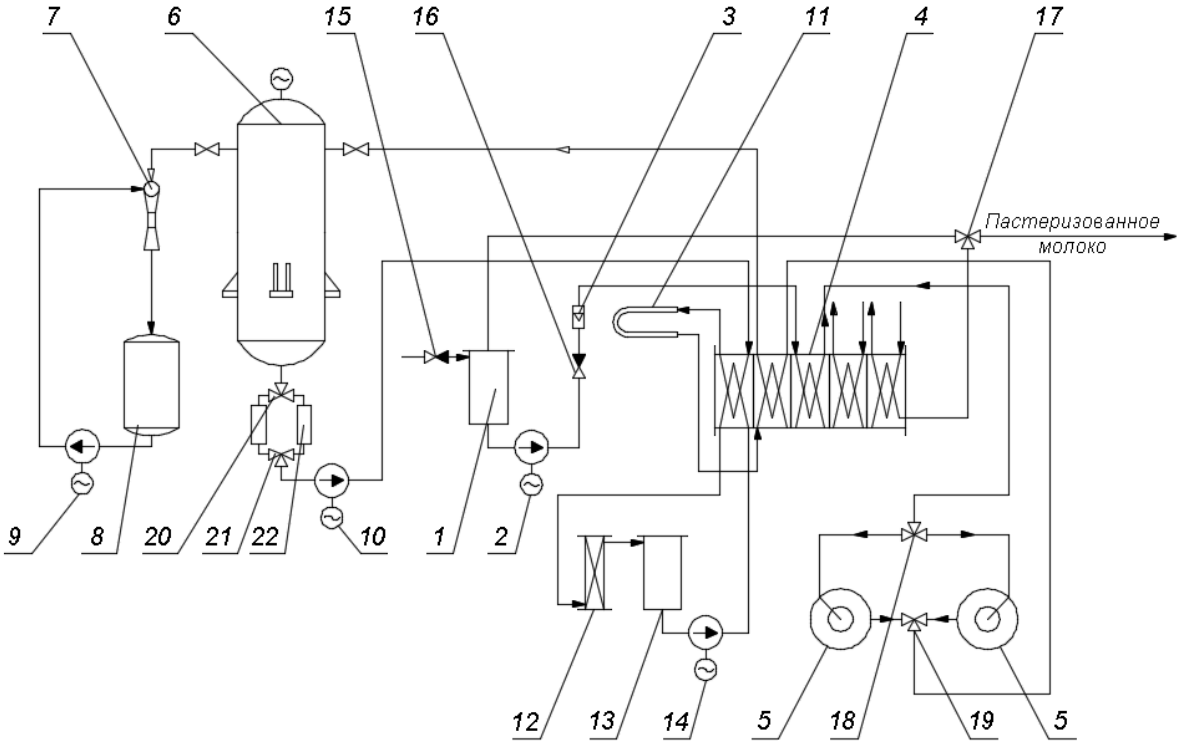

Рис. 3. Схема производства пастеризованного молока:
1 – уравнительный бак; 2, 10 – центробежные насосы для молока; 3 – ротаметрический регулятор;
4 – пластинчатый аппарат; 5 – сепараторы-молокоочистители; 6 – роторный распылительный аппарат;
7 – конденсатор эжекторный; 8 – бак циркуляционной воды; 9, 14 – центробежные насосы для воды;
11 – выдерживатель; 12 – пароконтактный нагреватель; 13 – бак горячей воды; 15, 16 – регулирующие проходные клапаны;
17–21 – регулирующие трехходовые клапаны; 22 – буферные емкости

Горячая вода для нагревания молока подается в секцию пастеризации насосом 14. Из этой секции охлажденная вода, после того как она отдаст тепло молоку, возвращается в бак 13 через пароконтактный нагреватель 12, где нагревается до температуры 78…82 ºС. Тепловая и вакуумная обработка молочного сырья при правильно выбранных технологических режимах позволяет полностью устранить или существенно ослабить пороки вкуса и запаха.

Список литературы

1. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: справочник. – М.: КолосС, 2004. – 360 с.

2. Голубева, Л.В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 9: Консервирование и сушка молока. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 272 с.

3. Вышемирский, Ф.А. Маслоделие в России (история, состояние, перспективы). – Углич, 1998. – 589 с.

4. Вышемирский, Ф.А. Производство масла из коровьего молока в России. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 288 с.

5. Нечаева, Е.С. Исследование дисперсного состава пыли и факела распыла жидкости в роторном распылительном пылеуловителе / Е.С. Нечаева, Д.М. Попов // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 93–96.

6. Сорокопуд, А.Ф. О перспективах использования роторного распылительного аппарата для дезодорации молока / А.Ф. Сорокопуд, Д.М. Попов // Естественные и технические науки. – 2003. – № 1. – С. 148–149.

7. Терещук, Л.В. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования: монография / Л.В. Терещук, М.С. Уманский; КемТИПП. – Кемерово, 2006. – 209 с.

8. Milk Processing and Quality Management. Edited by Adnan Y. Tamime. Blackwell Publishing Ltd. – 2009.

DEODORIZATION OF RAW MILK IN A ROTARY SPRAY APPARATUS

D.M. Popov*, L.V. Tereshchuk

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

**e-mail: pdm2005@rambler.ru*

Received: 06.04.2016
Accepted: 02.07.2016

Dairy products must correspond to a number of organoleptic and physico-chemical requirements. Organoleptic characteristics are smell and taste because they primarily affect the demand of consumers. The most common defects of raw milk affecting the quality of dairy products particularly during the storage are smell and taste of feed origin. The reason for this is the use of feed containing specific substances passing into dairy products. Dairy products containing fat easily absorb substances that give foreign smell and taste from the environment. Therefore, apart from feed defects dairy products can acquire other foreign smells and tastes. To correct the defects of dairy products deodorization is used. The essence of the deodorization process is the processing of hot raw milk under vacuum conditions. Most odorizing substances form azeotropic mixtures with water vapor. The boiling point of the resulting mixture is below the boiling temperature of water. This enables to conduct the steam distillation of odorizing substances from raw milk. The main drawback of the existing deodorizers is low specific productivity of the apparatus volume. To eliminate this fault rotary spray device with high intensity of processes can be used. A distinctive feature of the rotary spray device is multiple fluid circulations accompanied by dispersing and strokes of drops on the liquid film on the surface of demister and housing. This enables to achieve the desired efficiency of the process, and by selecting the appropriate circulation frequency one can widely adjust deodorization time. The effectiveness of milk deodorization with reproduced defects of smell and taste has been studied and rational parameters of the process have been established. After deodorization the physico-chemical parameters have been determined and organoleptic evaluation of deodorized milk has been carried out. Preparation and conducting the smell and taste assessments were carried out according to regulatory documents. A layout of upgraded pasteurization and cooling unit for obtaining pasteurized milk with a vacuum deodorization of raw materials has been proposed.

Raw milk, organoleptic properties, smell and taste defects, deodorization, rotary spray apparatus

References

1. Shidlovskaya V.P. *Organolepticheskie svoystva moloka i molochnykh produktov. Spravochnik* [The organoleptic properties of milk and dairy products. Directory]. Moscow, KolosS Publ., 2004. 360 p.
2. Golubeva L.V. *Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva. Tekhnologiya i retseptury. Tom 9. Konservirovanie i sushka moloka* [Directory technologist milk production. The technology and formulation. Volume 9. Cohn-Serving and drying of milk]. St. Petersburg, GIORD Publ., 2005. 272 p.
3. Vyshemirskiy F.A. *Maslodelie v Rossii (istoriya, sostoyanie, perspektivy)* [Dairies in Russia (history, status and prospects)]. Uglich, 1998. 589 p.
4. Vyshemirskiy F.A. *Proizvodstvo masla iz korov'ego moloka v Rossii* [Oil production from cow's milk in Russia]. St. Petersburg, GIORD Publ., 2010. 288 p.
5. Nechaeva E.S., Popov D.M. Issledovanie dispersnogo sostava pyli i fakela raspyla zhidkosti v rotornom raspylitel'nom pyleulovitele [Research disperse composition of dust and the spray liquid in the rotary races, spray-dust collector]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 2, pp. 93–96.
6. Sorokopud A.F., Popov D.M. O perspektivakh ispol'zovaniya rotornogo raspylitel'nogo apparata dlya dezodoratsii moloka [On the prospects of the use of a rotary spray apparatus for deodorization of milk]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and Technical Sciences]. Moscow, 2003, no. 1, pp. 148–149.
7. Tereshchuk L.V., Umanskiy M.S. *Molochno-zhirovye kompozitsii: aspekty konstruirovaniya i ispol'zovaniya* [Milk fat composition: aspects of the design and the use-tion]. Kemerovo, 2006. 209 p.
8. Adnan Y. Tamime (ed.) *Milk Processing and Quality Management*. Blackwell Publishing Ltd., 2009. 343 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Попов, Д.М. Дезодорация молочного сырья в роторном распылительном аппарате / Д.М. Попов, Л.В. Терещук // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 125–132.

Popov D.M., Tereshchuk L.V. Deodorization of raw milk in a rotary spray apparatus. *Food Processing: Techniques and Technology,* 2016, vol. 42, no. 3, pp. 125–132. (in Russ.).

Попов Дмитрий Михайлович
канд. техн. наук, доцент кафедры машин и аппаратов пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: pdm2005@rambler.ru

Терещук Любовь Васильевна
д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-51, e-mail: terechuk_l@mail.ru

Dmitry M. Popov
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,
e-mail: pdm2005@rambler.ru

Lubov V. Terechuk
Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Technology Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,
phone: +7 (3842) 39-68-51, e-mail: terechuk_l@mail.ru