

влажности ниже 8% – протекает значительно медленнее (собственно процесс высушивания), что свидетельствует о более прочной связи влаги с коллоидными веществами зерна. Наивысшая температура при сушке солода называется температурой отсушки. Помимо удаления влаги во время сушки изменяются объем, вкус, цвет, запах и химический состав солода благодаря протекающим в нем глубоким биохимическим, химическим и физико-химическим процессам.

В зависимости от содержания влаги и температурного режима изменение солода происходит в три этапа: физиологический – при температуре до 45 °С с понижением влажности солода до 30%; ферментативный – при температуре от 45 до 70 °С с понижением влажности до 10%; химический – при температуре от 70 до 105 °С.

В первый период сушки зародыш остается живым: продолжается рост корешков и стеблевого листочка, протекают ферментативные процессы в эндосперме – накапливаются растворимые сахара, аминокислоты, растворимые белки.

Во второй период сушки процессы жизнедеятельности в зерне затухают, а ферментативные процессы и химические превращения продолжают. В это время необходимо строго следить за температурным режимом сушки: быстрое повышение температуры при большой влажности может привести к частичной клей-стеризации крахмала, в результате чего получится стекловидный солод. С повышением температуры активность ферментов постепенно уменьшается, а затем действие их прекращается. Оптимальная температура действия большинства гидролитических ферментов 45-60 °С.

Для пивоваренной промышленности особое значение имеет оптимизация работы сушилок для солода, так как производство солода характеризуется значительными затратами тепловой и электрической энергии, основная доля которых приходится на операцию сушки [3-5]. Для анализа технологических процессов и разработки предложений по модернизации оборудования была использована производственная база Московского пиво-безалкогольного комбината «Очаково».

Предложены технические решения, которые обеспечивают интенсификацию процесса сушки за счёт использования аппарата предварительного подогрева солода и теплоутилизатора для сушильного агента. Вследствие этого достигается повышение качества солода и снижение энергозатрат.

Для сокращения потерь энергии с выбираемым в атмосферу сушильным агентом в линию рециркуляции агента предлагается установить теплоутилизатор. Использование теплоутилизатора позволяет существенно сократить выбросы в атмосферу и снизить загрязнение окружающей среды. Также обеспечивается

снижение энергозатрат на сушку до 10% на единицу массы. В результате внедрения предлагаемых проектных решений расчетный годовое экономический эффект составляет около миллиона рублей, при сроке окупаемости 4 года 10 месяцев.

#### Список литературы

1. Ожерельева О.Н., Кривенко Е.И., Фисенко В.А. Перспективы влияния инноваций на состояния пивоваренной промышленности // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2016. № 3 (16). С. 29а-30.
2. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода. СПб.: Издательство Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. 80 с.
3. Гавриленков А.М., Емельянов А.Б., Казарцев Д.А. Повышение энергоэффективности процесса сушки. Воронеж: Издательство Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. 148 с.
4. Многосекционная непрерывнодействующая сушилка для солода / А.А. Шевцов, А.В. Дранников, В.В. Иванов, Ю.В. Фурсова // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 1. С. 66-68.
5. Харченков К.В. Повышение эффективности рекуператоров тепла для сушилок солода // Пиво и напитки. 2003. № 3. С. 18-19.

#### ПРОИЗВОДСТВО ИНСТАНТ-ПОРОШКА КОНЦЕНТРАТА КВАСНОГО СУСЛА В УСЛОВИЯХ ПИВОВАРЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

<sup>1</sup>Шахов С.В., <sup>2</sup>Глотова И.А.,  
<sup>1</sup>Сторожук К.Р., <sup>1</sup>Сысоев Д.А.

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет  
инженерных технологий, Воронеж,  
e-mail: s\_shahov@mail.ru;

<sup>2</sup>Воронежский государственный аграрный  
университет имени императора Петра I, Воронеж,  
e-mail: glotova-irina@yandex.ru

Полуфабрикатом для производства безалкогольных напитков брожения является концентрат квасного сусла, причем порошкообразный концентрат квасного сусла (ПККС) имеет ряд преимуществ по физико-химическим, микробиологическим показателям и потребительским свойствам по сравнению с его жидкой формой. Разработаны предложения по производству быстрорастворимого ПККС в условиях пивоваренного предприятия, на примере ООО «Балтика – «Балтика-Воронеж». Процесс производства концентрата квасного сусла на пивоваренном предприятии включает следующие стадии: затираание, фильтрация затора, кипячение, концентрирование, получение сухого концентрата из сгущенного концентрированного квасного сусла. Получение сухого концентрата из сгущенного концентрированного квасного сусла рекомендуется осуществлять на вакуум-сублимационной сушильной установке.

Полуфабрикатом высокой степени готовности для производства безалкогольных напитков естественного брожения является концентрат квасного сусла [1, 2], причем порошкообразный концентрат квасного сусла (ПККС) имеет ряд

преимуществ по физико-химическим, микробиологическим показателям и потребительским свойствам по сравнению с его жидкой технологической формой [3, 4].

Цель работы – разработка предложений по производству быстрорастворимого порошка ККС в условиях пивоваренного предприятия, на примере ООО «Балтика» – «Балтика-Воронеж».

Концентрат квасного сусли (ККС) представляет собой вязкую густую жидкость темно-коричневого цвета, кисло-сладкого вкуса с ароматом ржаного хлеба. ККС содержит около 70,0% сухих веществ с кислотностью в пределах 16...40 мл на 1 н NaOH на 100 г концентрата.

Особенности производства и потребления готовой продукции. В основе производства квасов брожения лежат анаэробные процессы незавершенного спиртового и молочнокислого брожения. Выделяющаяся в ходе брожения теплота отводится из аппарата через теплообменники. Брожение идет при 30 °С.

Процесс производства концентрата квасного сусли на пивоваренном предприятии можно разделить на следующие этапы: затирание, фильтрация затора, кипячение, концентрирование, получение сухого концентрата из сгущенного концентрированного квасного сусли [5].

Осветленное сусли с массовой долей сухих веществ 10-14% сгущают в пленочных трубчатых и пленочных роторных вакуум-аппаратах в две стадии. На первой стадии сусли выпаривают до массовой доли сухих веществ 43-47%. На второй стадии для предотвращения подгорания температура сгущения сусли должна быть 50-60 °С. Процесс прекращают после достижения массовой доли сухих веществ 68-76%.

Получение концентратов квасного сусли прежде всего позволяет увеличить выпуск хлебного кваса в летнее время. К тому же применение концентратов упрощает технологию квасного сусли. В связи с этим в этом направлении с давних пор проводились и проводятся научные исследования и заводские испытания.

В 20 в. во Всесоюзной научно-исследовательской лаборатории пивоварения под руководством В.М. Платковской проводились опыты по выпариванию в вакуум-аппарате (при температуре 50-60 °С) первого квасного сусли (концентрацией 3,15-8,7%), а также сусли, специально приготовленного с большой затратой хлебоматериалов (концентрацией 9,1-15,5%). В результате проведения этих опытов был получен концентрат в виде темно-коричневой густой массы с запахом ржаного хлеба и довольно приятным вкусом. При этом установлено, что содержание сухих веществ в концентрате 60% является оптимальным; более густые концентраты трудно извлечь из вакуум-аппарата, менее густые легко забраживают. Квасы, полученные из концентрата, обладали приятным вкусом.

Предварительное осахаривание перед запариванием способствует повышению выхода экстракта и сбраживаемых Сахаров; кроме того, благодаря этому мероприятию при приготовлении квасного солода отпадает надобность в ферментации (томлении) и автоклавировании, при которых происходит максимальная инактивация ферментов. При этом было также установлено, что замена ржаного солода несоложенным сырьем в количестве 50% не снижает качества кваса и способствует значительному уменьшению производственных потерь.

Получение сухого концентрата из сгущенного концентрированного квасного сусли рекомендуется осуществлять на вакуум-сублимационной сушильной установке, для этого концентрированное квасное сусли из вакуум-аппарата необходимо подавать на диск распылителя вакуум-сублимационной сушилки для его диспергирования и обезвоживания при давлении ниже 610 МПа.

Экономический эффект в результате внедрения предлагаемых инноваций достигается за счет снижения затрат энергетических и сырьевых ресурсов предприятия.

#### Список литературы

1. Воскобойников В.А. Основные методы производства инстант-продуктов // Пищевая промышленность. 2015. № 7. С. 21-23.
2. Влияние рецептурных компонентов на продолжительность брожения кваса // М.М. Садулаев, Г.О. Магомедов, Т.Н. Островерхова, Е.А. Яковлев // Пиво и напитки. 2006. № 4. С. 54-55.
3. Сорокопуд А.Ф., Шеменова Н.А., Третьякова Н.Г. Физико-химические свойства концентрата квасного сусли // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 2 (25). С. 120А-124.
4. Исследование гигроскопических свойств порошкообразных полуфабрикатов концентрата квасного сусли, солодового экстракта ячменя и экстракта цикория // Г.О. Магомедов, С.В. Шахов, М.Г. Магомедов, И.А. Саранов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 4 (66). С. 17-21.
5. Способ получения сухого концентрата квасного сусли / Г.О. Магомедов, С.В. Шахов, М.Г. Магомедов, В.В. Ткач, В.В. Новиков // Пиво и напитки. 2008. № 6. С. 34-35.

#### ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ КОРМОВЫХ КОМПОНЕНТОВ

Шахов С.В., Груздов П.В.,  
Мысков С.В., Кукарека Н.В.

*Воронежский государственный университет  
инженерных технологий, Воронеж,  
e-mail: s\_shahov@mail.ru*

Полноценное сбалансированное кормление на сегодняшний день невозможно без добавление биологических витаминно-минеральных компонентов, способствующих лучшему усвоению питательных веществ. Проблема эффективного смешивания компонентов смеси встречается в различных отраслях пищевой промышленности. Как правило, смесители