

Минск, 19-20 окт. 2010г.: в 2 т./ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П.П.Казакевич (гл. ред.), О.О.Дударев. – Минск, 2010. – Т.1 – С.191-196.

2. Ермаков, А.И. Противоточный каскадный вибропневмосепаратор для очистки семян ржи и тритикале от спорыньи/ А.И. Ермаков, А.В. Иванов, В.М. Поздняков // Современная сельскохозяйственная техника: исследование, проектирование, применение: материалы Междунар. науч. – практ. конф., Минск, 26-28 мая 2010г.: в 2 ч./ БГАТУ; редкол.: В.Н. Дашков [и др.] – Минск, 2010. – Ч.2. – С. 76-79.

3. Вибропневмосепаратор для сыпучих продуктов: пат. №12903 Респ. Беларусь, МПК (2009) В 07 В 4/00 / А.В.Иванов, Н.В. Иванова, В.М. Поздняков, А.И. Ермаков; заявитель Могилёвский гос. ун-т продовольствия. - № а20080337; заявл. 24.03.08.; опубл. 30.10.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. - №1. - С. 73.

УДК 663.993.42

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ СОЛОДА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЁМНЫХ СОРТОВ ПИВА

*Груданов В.Я., д.т.н., проф., Поздняков В.М., к.т.н., Э.И. Пол Дивени, аспирант (БГАТУ)*

Пиво – слабоалкогольный, жаждоутоляющий, игристый напиток с характерным хмелевым ароматом и приятным горьковатым привкусом. В пиве кроме воды, этилового спирта и диоксида углерода содержится значительное количество питательных и биологически активных веществ: белков, углеводов, микроэлементов и витаминов.

В настоящее время для пивоваренной промышленности Республики Беларусь достаточно остро стоит проблема перехода на использование сырья местного производства, при этом существующее технологическое оборудование не позволяет получить высококачественный карамельный солод для производства тёмных сортов пива.

Солод – пророщенное зерно злаковых культур (ячменя, ржи, риса, пшеницы) в специально созданных и регулируемых условиях. После высушивания свежепросоженного солода при температуре 40-85 °С получается ферментативно-активный светлый солод, при более высоких температурах высушивания (105 °С) образуется ферментативно-неактивный темный солод. По органолептическим показателям пивоваренный солод имеет свежий огуречный запах, от светло-желтого до желтого цвета и сладковатый вкус. Светлый солод высокого качества содержит не более 4,5% влаги с продолжительностью осахаривания 15 мин и экстрактивность 79% на сухие вещества. Темный карамельный (жженный) солод содержит не более 6% влаги с экстрактивностью 70% на сухие вещества. Ржаной солод содержит не более 8% влаги с продолжительностью осахаривания 25 мин, и экстрактивностью 80% на сухие вещества. Кроме светлого и темного солода в пивоваренном производстве находят применения специальные ячменные солода, которые интенсифицируют технологические процессы пивного сусле, брожения и дображивания или для улучшения цвета, вкуса и аромата пивного сусле и готового сусле (карамельный, жженный солод).

Карамельный солод – это сильно окрашенный ароматический продукт, получаемый из свежепросоженного светлого солода путем осахаривания и обжаривания. Его готовят по следующей схеме: свежепросоженный светлый солод многократным орошением водой увлажняют до 50-60% и загружают в обжарочный барабан на 2/3 его вместимости. При частоте вращения барабана 30 мин<sup>-1</sup> солод нагревают до 70°С, выдерживают 40 – 50 мин, затем нагревают до 120 – 170°С, давая возможность солоду в это время высохнуть, и обжаривают до получения нужного цвета в течение 2,5 – 4,0 ч. Для светлого карамельного солода температура обжаривания должна быть равной 110 – 120°С, для солода средней цветности – 130 - 150°С, для темного солода – 150 – 170°С. [1, 2]

Изучая состояние вопроса по данной тематике, было установлено, что на пивоваренных предприятиях Республики Беларусь отсутствует отечественное технологическое оборудование для производства тёмных сортов пива, а пивоваренная промышленность использует темные сорта солода, закупаемые за рубежом. Имеющиеся на пивоваренных предприятиях зарубежные образцы технологического оборудования для производства тёмных сортов пива не удовлетворяют современным требованиям в части равномерности обжарки и обеспечения необходимой производительности.

Таким образом, возникает необходимость в разработке и внедрении установок, которые позволяют производить качественный карамельный солод самостоятельно.

Основным недостатком существующего технологического оборудования для обжарки солода является неравномерность обжаривания и подгорание продукта, что в конечном итоге существенно снижает качество конечного продукта. Также в существующих конструкциях обжарочных аппаратов из-за низкого коэффициента теплоотдачи от воздуха к продукту недостаточная тепловая эффективность.

Анализ литературных данных и опыт работы зарубежных предприятий по производству пива показывает, что перспективным направлением по повышению качества производства карамельного солода при производстве темных сортов пива является использование технологического оборудования для обжарки солода инфракрасным излучением в установках с интенсивным перемешиванием.

Проанализировав существующие конструкции обжарочных аппаратов, их недостатки и преимущества, была разработана новая конструкция обжарочного аппарата с улучшенными характеристиками.

На рисунке 1 представлена принципиально-конструктивная схема разработанного обжарочного аппарата.

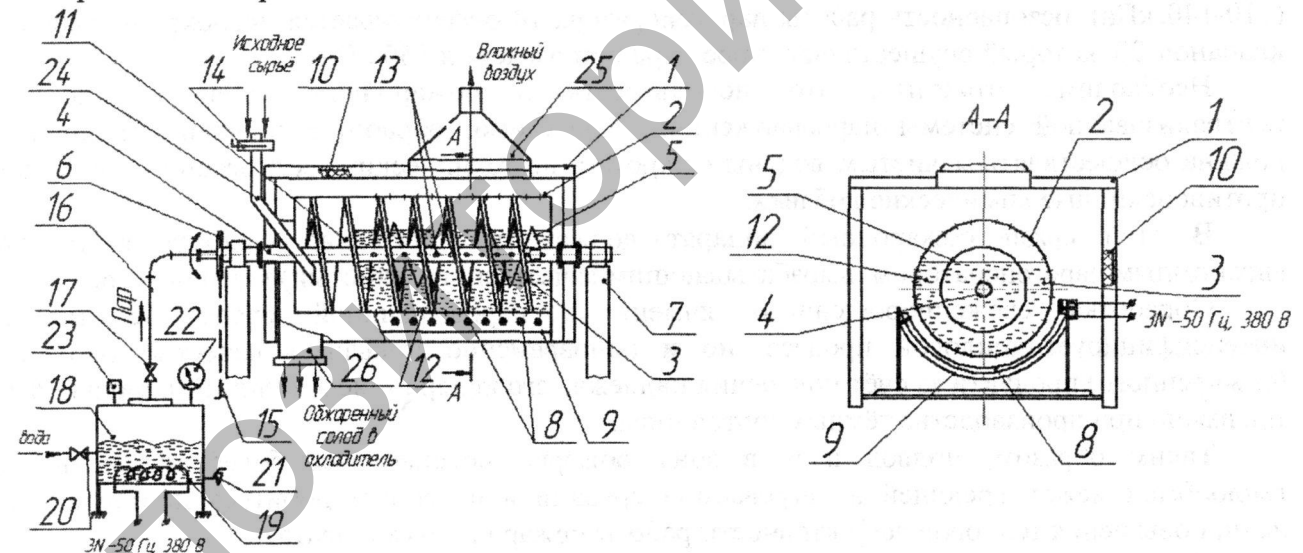


Рисунок 1 – Принципиально-конструктивная схема обжарочного аппарата

Разработанный обжарочный аппарат для производства карамельного солода работает следующим образом.

Загрузка продукта осуществляется через устройство 24 с заслонкой 14 до 2/3 рабочего объема обжарочного барабана 2. Затем продукт поступает в зону винтовых направляющих 3 обжарочного барабана 2 и при вращении поступает в зону обжаривания, где встречно направленными витками 5, выполненными на валу 4, происходит его активное перемешивание и перемещение вдоль оси вращения обжарочного барабана 2.

С целью интенсификации процесса тепловой обработки продукта в рабочую камеру обжарочного барабана 2 подаётся влажный насыщенный пар, который вырабатывается в парогенераторе 18 и по паропроводу 16 при открытом кране 17 подаётся во внутреннюю

полость вала 4 и через отверстия 13 выходит в рабочую зону с образованием паровоздушной среды. Паровоздушная среда по сравнению с воздушной обладает более высоким коэффициентом теплоотдачи, а водяной пар уже в перегретом состоянии (180 – 200°C) интенсивно поглощает и переизлучает лучистую энергию, что, в целом и обуславливает повышение тепловой эффективности процесса обжарки продукта. Этому способствует и перфорированная поверхность обжарочного барабана 2: через отверстия перфорации воздух, нагретый ТЭНами 8, интенсивно циркулирует в зоне рабочей камеры. Отражающий экран 9 частично перераспределяет лучистую энергию от нагревательных элементов 8 в сторону вращающегося обжарочного барабана 2, что также способствует интенсификации теплообмена внутри рабочей камеры. Образующиеся в процессе тепловой обработки пары и газы отводятся в окружающую среду через вытяжной зонт 25, а готовый продукт при реверсивном вращении барабана удаляется через выходной патрубок 26. С помощью крана 17 регулируется количество пара, подаваемого в рабочую камеру обжарочного барабана 2, а особое расположение отверстий в полом валу 4 обеспечивает равномерную подачу пара по всей длине цилиндрической рабочей камеры. Согласно теории теплопередачи в условиях естественной конвекции коэффициент теплоотдачи  $\alpha_v$  в чисто воздушной среде не превышает 12-15 Вт/м<sup>2</sup>·°С, в то время как в среде перегретого водяного пара, коэффициент теплоотдачи  $\alpha_n$  может составлять 40-50 Вт/м<sup>2</sup>·°С. При этом необходимо отметить, что водяной пар в отличие от воздуха обладает способностью поглощать и переизлучать лучистую энергию.

По этой причине наличие в воздушной среде водяного перегретого пара существенно интенсифицирует процесс тепловой обработки свежепророщенного ячменя (в том числе и за счёт лучистой составляющей процесса теплопередачи).

Парогенератор 18 вырабатывает чистый влажный насыщенный пар низкого давления (110-140 кПа). Безопасность работы парогенератора 18 обеспечивается предохранительным клапаном 23, который осуществляет сброс пара при давлении 150 кПа.

Необходимо отметить, что использовать в обжарочном аппарате пар из централизованной системы пароснабжения недопустимо: обработка пищевых продуктов должна осуществляться чистым водяным паром, а не техническим, содержащим активные противонакипные химические добавки.

В этой связи обжарочный аппарат должен дополнительно снабжаться только автономным парогенератором, вырабатывающим качественный (чистый) водяной пар.

Обработка свежепророщенного ячменя в паровоздушной среде не только интенсифицирует тепловой процесс, но и одновременно повышает качество готового (обжаренного) продукта за счёт получения надлежащего колера и необходимой корочки, что так важно при производстве тёмных сортов пива.

Таким образом, подвод пара в зону обжарки обеспечивает более интенсивный теплообмен между греющей и нагреваемой средами и позволяет добиться поставленной цели, повышения тепловой эффективности работы обжарочного аппарата.

Для проведения экспериментальных исследований разработана лабораторная экспериментальная установка для приготовления карамельного солода в паровоздушной среде с интенсивным перемешиванием. Контрольно-измерительные приборы, смонтированные на экспериментальной установке, позволяют определять удельную энергоёмкость и технологические параметры солода в процессе обжарки.

В рамках экспериментальных исследований процесса тепловой обработки солода будут изучены вопросы связанные с исследованием технологических особенностей обжарки солода для приготовления тёмных сортов пива, установлены основные закономерности и технологические факторы, влияющие на физико-химические свойства карамельного солода; определены оптимальные технологические режимы процесса обжарки солода для достижения требуемых органолептических и физико-химических характеристик продукта, а также энергетических характеристик установки, что в конечном итоге позволит повысить

эффективность приготовления карамельного солода для производства темных сортов пива на основе создания обжарочной установки с инфракрасным излучением и интенсивным перемешиванием.

### Литература

1. Кунце, В., Технология солода и пива: пер.с нем. / В. Кунце, Г. Мит. – СПб., Изд-во «Профессия», 2001. – 912 с., ил.
2. Воскобойников, В.А., Оборудование пищевого концентратного производства / В.А. Воскобойников, В.М. Кравченко, И.Т. Кретов. – Справочник. М., 1989.

УДК 664.92/94

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ МЯСА В СОВРЕМЕННОЙ МЯСОПЕРЕРАБОТКЕ

Ветров В. С., к.х.н., доц., Николаенков А.И., д.с.х.н., доц. (БГАТУ),  
Вербицкий В.Ф., науч. сотр., Анискевич О.Н., инженер-технолог  
(ОАО «Пинский мясокомбинат»)

### Введение

Одним из наиболее прогрессивных методов консервирования скоропортящихся продуктов является метод сублимационного обезвоживания в вакууме. Сублимационная вакуумная сушка соединяет в себе достоинства двух технологий: замораживания и сушки (удаления влаги).

Метод сублимационной сушки позволяет сохранять высокие питательную и биологическую ценности и вкусовые качества пищевых продуктов продолжительное время (до 5 лет) при переменных и зачастую нерегулируемых температурах (от минус 40 до +40 °С).

Вакуумная сублимационная сушка (еще ее называют лиофилизацией, возгонкой) - процесс перехода вещества из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу. Этот процесс не разрушает общую структуру продуктов, сохраняет в них до 95% питательных веществ, витаминов, ферментов и других биологически активных веществ, поэтому он используется достаточно широко в производстве отдельных видов продуктов питания, лекарств, биологически активных добавок.

Технология сублимационной сушки была открыта в 1929 г. советскими учеными. Впервые ее стали применять во время Второй мировой войны в основном для производства антибиотиков и сухих кровезаменителей. Только после войны этот метод получил широкое распространение в других отраслях, в том числе и в пищевой индустрии.

### Основная часть

В технологическом плане для пищевой промышленности ценность обезвоженных (сушеных) продуктов определяется в первую очередь по способности к набуханию и восстановлению первоначальных свойств сырья при замачивании в воде. Продукты животного и растительного происхождения как атмосферной (вяленые), так и горячей сушки этим качеством не обладают. Такие способы сушки из-за высокой температуры или длительного выдерживания продукта сильно изменяют белковые структуры, лишая их возможности восстанавливать естественные качества первоначального объекта [1].

В настоящее время разработаны два наиболее совершенных способа сушки, а именно:

- *холодная вакуумная сушка*, т.е. сушка в вакууме при положительных температурах высушиваемого объекта;
- *вакуумная сублимационная сушка*, т.е. сушка в вакууме при отрицательных температурах высушиваемого объекта.