

Полученные данные показывают, что содержание сухих веществ в картофеле колеблется в пределах 20,0%-25,3%. Наибольшее содержание сухих веществ у сорта Здабытак (25,3%), наименьшее – у сорта Зарница и Выток (20,0%). Содержание крахмала находится в пределах 17,9% - 23,5%. Наименьшее количество крахмала содержит сорт Выток (17,9%), наибольшее – Здабытак (23,5%). Наименьшее количество редуцирующих сахаров наблюдается у картофеля сорта Синтез (0,1 %), наибольшее - у сорта Темп и Веснянка (0,20 %). При прочих равных условиях содержание сухих веществ, равно как и редуцирующих сахаров, является сортовым признаком.

Для производства сушеного картофеля наиболее пригоден картофель округлой и округло-овальной формы, с неглубоким залеганием глазков, с высоким содержанием сухих веществ, с наименьшим количеством редуцирующих сахаров (не более 0,2%) с желтым цветом мякоти. Исходя из вышесказанного, для дальнейших исследований были выбраны следующие сорта картофеля: Темп, Синтез, Здабытак и Веснянка, имеющие округло-овальную форму, отличающиеся неглубоким залеганием глазков на поверхности, и желтым цветом мякоти.

### **Заключение**

Выполнены исследования технологических свойств картофеля, районированных в Республике Беларусь. Выбраны четыре сорта картофеля: Темп, Синтез, Здабытак и Веснянка, наиболее пригодны для производства сушеного картофеля, имеющие округло-овальную форму, отличающиеся неглубоким залеганием глазков на поверхности, наиболее высоким количеством сухих веществ и желтым цветом мякоти.

### **Литература**

1. Сорта, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр. Часть IV. Ответственный за выпуск: В.А. Бейня-Минск, 2007г.-439с.
2. Турко С.А. Сорта и технологии производство картофеля для промышленной переработки, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2008г. Минск.
3. Мазур А.М. Научно-практические основы технологии сухого картофельного пюре. Вестник МГУП, 2013г. №1(14) с8-13.

УДК 664.726

### **РАЗРАБОТКА НОВОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБЖАРКИ СОЛОДА**

*Груданов<sup>1</sup> В.Я., д-р техн. наук, профессор, Поздняков<sup>1</sup> В.М., канд. техн. наук, доцент,*

*Э. И. Пол Дивейни<sup>1</sup>, Ермаков<sup>2</sup> А.И., канд. техн. наук*

*(<sup>1</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск;*

*<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск)*

В настоящее время в большинстве стран мира пиву, как слабоалкогольному напитку, принадлежит одно из ведущих мест.

Следует отметить, что основная доля произведенного пива приходится на крупные предприятия, оснащенные высокопроизводительным оборудованием. Однако в последние годы достаточно успешно развиваются небольшие частные производства (пивоварни при пивных ресторанах) продукция, которых, особенно пиво темных сортов, пользуются высоким спросом у населения.

Основным сырьем для приготовления пива является пивоваренный солод, а также хмель, вода и дрожжи.

Пивоваренный солод – это зерно пивоваренного ячменя, пророщенное по специальной технологии солодоращения, а затем высушенное. Для производства темных сортов пива используется карамельный солод.

Одним из наиболее важных этапов в процессе производства карамельного солода является этап обжарки [1]. Обжарка осуществляется в аппаратах с вертикальным или горизонтальным расположением рабочей камеры, при этом независимо от расположения рабочей камеры все известные аппараты имеют специальные устройства для интенсивного и равномерного перемешивания обрабатываемого сырья. Следует также отметить, что существующие аппараты для обжарки солода имеют высокую энергоемкость и производитель, поэтому не могут использоваться в условиях небольших частных производств, которые набирают все большую популярность. Поэтому разработка нового аппарата для обжарки солода в условиях малых производств, является актуальной задачей.

Для проведения экспериментальных исследований разработан и изготовлен стенд основным звеном, которого является новый аппарат для обжарки солода. Схема экспериментального стенда представлена на рисунке 1.

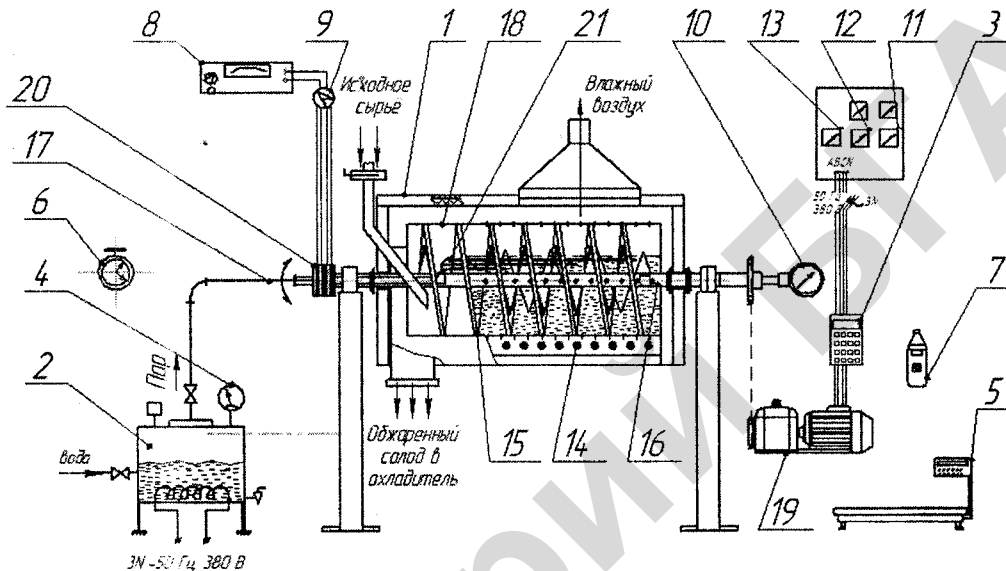


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

1 – обжарочный аппарат; 2 – парогенератор; 3 – частотный преобразователь E2 -8300-007H; 4 – манометр; 5 – весы электронные SC 4010; 6 – секундомер; 7 – пирометр оптический АК ИП 9303; 8- милливольтметр; 9 – пакетный переключатель; 10 - тахометр; 11 – вольтметр; 12 – амперметр; 13 – ваттметр; 14 – ТЭНы; 15 – шнек; 16 – вал перфорированный; 17 – паропровод; 18 – обжарочный барабан с винтовыми направляющими; 19 – привод; 20 – контактная группа; 21 – термопары

Разработанный экспериментальный стенд предназначен для исследования процессов тепловой обработки пищевых сыпучих продуктов в паровоздушной среде на установках с интенсивным перемешиванием, определения влияния режимных параметров работы на качество конечной продукции, удельные энергозатраты и производительность данного оборудования.

Конструкция лабораторного обжарочного аппарата позволяет регулировать следующие основные параметры: частоту вращения шнека; расход пара; давление пара на выходе из парогенератора; коэффициент заполнения рабочей камеры; температуру внутри рабочей камеры; время обжарки.

Процесс обжарки солода складывается из двух этапов. Первый (этап I) – выдерживание зерен ячменя в течении 30-45 минут и температуре 60-75 °С, при этом происходит окончательное осахаривание солодового зерна. Признаком хорошего осахаривания служит разжиженное состояние эндосперма, который легко выжимается при раздавливании зерна. Во время второго этапа (этап II) температура повышается до 170 °С. Зерно при такой температуре выдерживают до 2,0-2,5 ч в зависимости от требуемых показателей готового солода [2].

Экспериментальные исследования спланированы и проведены согласно плана Бокса-Уилсона 2<sup>4</sup>+звезда.

Факторами варьирования в интервалах выбраны:

- частота вращения шнека,  $n=20-50 \text{ мин}^{-1}$ ;
- коэффициент заполнения рабочей камеры,  $\varphi=(0,5-0,8)$ ;
- температура внутри рабочей камеры на II этапе,  $t_p=150-180^\circ\text{C}$ ;
- время обжарки на II этапе,  $\tau=140-180 \text{ мин}$ .

В ходе эксперимента на первом этапе зерна выдерживали при температуре  $65^\circ\text{C}$  в течение 30 мин.

В качестве выходной функции были исследованы такие показатели, характеризующие качество карамельного солода:

- количество карамельных зерен  $N_k, \%$ ;
- массовая доля экстракта в сухом веществе солода,  $E_c \%$ ;
- цвет (величина Линтнера-Ли),  $F$ .

Для исследования процесса получения карамельного солода в новом аппарате, и разработки плана экспериментальных исследований был проведен ряд отсеивающих экспериментов, результаты которых представлены ниже.

Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ при помощи пакетов программ STATGRAPHICS Plus, STATISTICA 6.0 и Microsoft Office Excel 2007. Применение современных компьютерных программ позволило автоматизировать основные операции, связанные с обработкой экспериментальных данных, и повысить их точность.

Для определения факторов варьирования оказывающих наибольшее влияние на выходные функции были построены Карты Парето, представленные на рисунке 2.

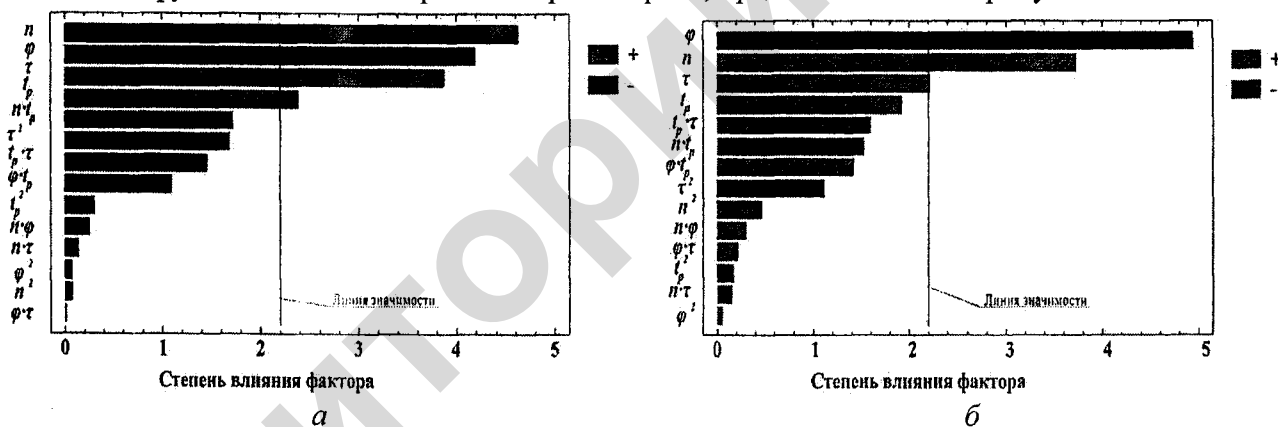


Рисунок 2 – Карты Парето для выходных функций

*a* - выходная функция  $N_k, \%$ ; *b* - выходная функция  $E_c, \%$

Из представленных Карт Парето видно, что наибольшее влияние на выходные функции, в выбранных интервалах варьирования оказывают частоты вращения барабана  $n$  и коэффициента заполнения барабана  $\varphi$

Для описания влияния данных факторов на процесс обжарки были построены линии уровня выходных функций  $N_k$ ,  $E_c$  и  $F$  от частоты вращения барабана  $n$  и коэффициента заполнения барабана  $\varphi$ , при  $t_p=165^\circ\text{C}$ ,  $\tau=160 \text{ мин}$ , представленные на рисунке 3.

Из рисунков 3 видно, что с повышением частоты оборотов барабана и снижением коэффициента заполнения количество карамельных зерен  $N_k, \%$  и массовая доля экстракта в сухом веществе солода,  $E_c \%$  увеличиваются, что связано с более равномерным перемешиванием зерен в барабане. Следует также отметить, что оптимальной величиной Линтнера-Ли,  $F$  для карамельного солода является значение 20, а снижение коэффициента заполнения барабана при постоянных времени обжарки и температуре снижает производительность аппарата и увеличивает энергозатраты.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что оптимальной частотой вращения барабана и коэффициентом заполнения, при  $t_p=165^\circ\text{C}$  и  $\tau=160 \text{ мин}$ , являются  $n=47 \text{ об/мин}$  и  $\varphi=0,75$ , обеспечивающие высокое качество солода и производительность аппарата.

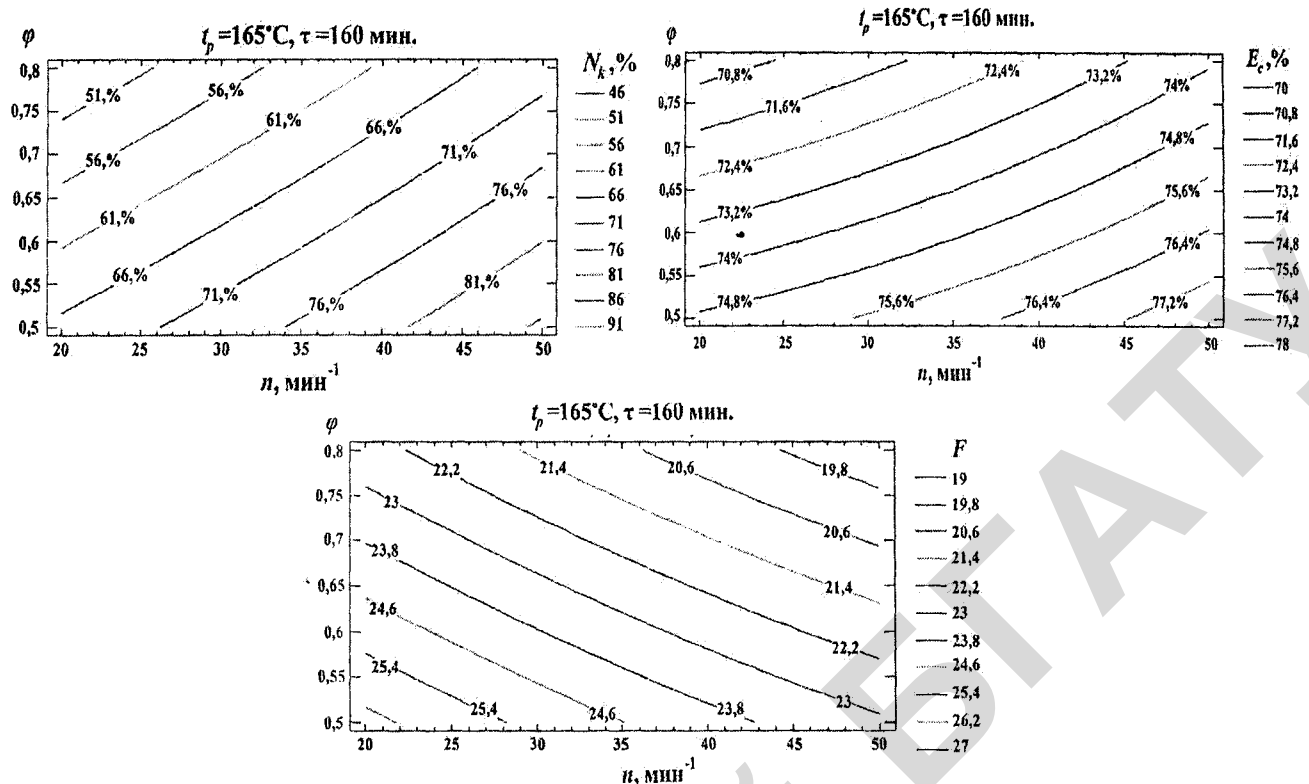


Рисунок 3 – Линии уровня выходных функций  $N_k$ ,  $E_c$  и  $F$  от частоты вращения барабана  $n$  и коэффициента заполнения барабана  $\varphi$  при  $t_p = 165^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 160$  мин

На основании проведенных исследований предложена новая конструкция аппарата для обжарки солода [3]. Отличительной особенностью конструкции обжарочного аппарата является то, что вал барабана выполнен в виде шнека, а направляющие – в виде винтовой линии с противоположным шнеку направлением витков, при этом площадь нормального сечения канавки шнека равна площади нормального сечения канавки направляющих.

#### Литература

1. Wolfgang Kunze (2011), *Technologie Brauer und Mälzer*, LB Berlin, Berlin
2. Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева (2000), *Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков*, Академия, Moscow.
3. Обжарочный барабан: патент 9008 Республики Беларусь, МПК7, А23 F5/04, С12 С1/18/ Афiцiйны бюл./ Нац. Центр iнтэл.уласн. – 2005, №4.

УДК 631.363.21

### АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ДВУХСТАДИЙНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОФУРАЖА

*Воробьев Н.А., канд. техн. наук, доцент, Дрозд С.А.*

*(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск)*

При измельчении фуражного зерна с целью производства комбикормов возникают ряд проблем, а именно: высокая энергоемкость процесса измельчения, неравномерность гранулометрического состава, низкая производительность измельчающего оборудования.

Решение данных проблем можно найти в симбиозе двух машин, которые совместят два этапа измельчения зерна, что позволит не только сократить энергоемкость процесса, но при этом повысит качество и однородность измельченного зерна.

Изучением процесса двухстадийного измельчения зерна занимались следующие ученые: Афанасьев В.А. [1], Елсеев В.А. [2], Дорофеев Н.С. [3], Сундеев А.А. [4],