

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОБЖАРКИ КАРАМЕЛЬНОГО СОЛОДА**

**Поздняков В. М.<sup>1</sup>, Ермаков А. И.<sup>2</sup>, Пол Дивейни Э. И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Белорусский государственный аграрный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> – Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в Западной Европе достаточно успешно развиваются небольшие частные пивоваренные производства, продукция которых пользуется высоким спросом как у местного населения, так и у туристов. В Республике Беларусь также наметилась устойчивая тенденция к развитию подобных производств.

Одним из наиболее важных этапов в процессе производства карамельного солода является этап обжарки. Следует также отметить, что существующие аппараты для обжарки солода имеют высокую энергоемкость и производительность, поэтому не могут использоваться в условиях небольших частных производств.

В связи с этим была предложена новая конструкция аппарата для обжарки солода. Отличительной особенностью новой 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 [1, 2].

Для проведения экспериментальных исследований разработан и изготовлен стенд, основным звеном которого является новый обжарочный аппарат.

Процесс обжарки карамельного солода складывается из двух этапов. Первый (этап I) – выдерживание зерен ячменя в течение 30-45 мин и температуре 60-75<sup>0</sup>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<sup>0</sup>С. Зерно при такой температуре выдерживают до 2,0-2,5 ч в зависимости от требуемых показателей готового солода.

На основании проведенных отсеивающих экспериментов процесса обжарки карамельного солода в новом аппарате был разработан план экспериментальных исследований. Экспериментальные исследо-

вания проведены согласно плану 2<sup>4</sup> со звездой. Полученные в ходе эксперимента данные представлены в работе [3].

Конечной целью научных исследований являлось получение наилучшего из числа возможных альтернатив технического и технологического решения, обеспечивающего высокую эффективность разработанного обжарочного аппарата.

На основании проведённых теоретических и экспериментальных исследований была предложена следующая формулировка задачи оптимизации работы обжарочного аппарата: обеспечение минимальных удельных энергозатрат при достижении требуемого качества солода (соответствующего ГОСТу).

Оптимизация проводилась графическим методом, путем наложения линий равных уровней. Результаты оптимизации процесса обжарки солода представлены в таблице.

Таблица – Результаты оптимизации процесса обжарки карамельного солода

Наименование фактора варьирования	Оптимальное значение фактора для обжарки карамельного солода	
	I класса	II класса
Частота вращения шнека $n$ , мин <sup>-1</sup>	5,8	1,7
Коэффициент заполнения рабочей камеры $\phi$	0,48	0,89
Температура внутри рабочей камеры на II этапе $t_p$ , °C	192-200	131-136
Время обжарки на II этапе $\tau$ , мин.	138-143	112-115
Удельные энергозатраты $e$ , кВт·ч/кг	1,08-1,10	0,72-0,75
На первом этапе обжарки зёрна выдерживаются при температуре 65°C в течение 30 мин.		

Определённые в рамках оптимизации технологические параметры работы разработанного обжарочного аппарата были положены в основу при проектировании и изготовлении опытного образца аппарата для обжарки солода, максимальная загрузка которого составляет 300 кг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обжарочный барабан: патент 8941 Республики Беларусь, МПК7, А23 N12/10/ В. Я. Груданов, Д. Н. Иванов, А. М. Рабчинский; заявитель Могилевский государственный университет продовольствия. – заяв. 20.10.2004, опубл. 30.06.2005 // Афіцыйны бюл./ Нац. Центр інтэл.уласн. – 2005, №3.
2. Обжарочный барабан: патент 9008 Республики Беларусь, МПК7, А23 F5/04, C12 C1/18/ В. Я. Груданов, Д. Н. Иванов, А. М. Рабчинский; заявитель Могилевский государственный университет продовольствия. – заяв. 02.12.2004, опубл. 30.09.2005// Афіцыйны бюл./ Нац. Центр інтэл.уласн. – 2005, №4.
3. Ebienna Paul. Improving the process of roasting malt with intensive stirring machine / Paul Ebienna, Vladimir Grudanov, Aleksei Ermakov, Vladimir Pozdniakov // Ukrainian Food Journal. – 2015. – Volume 4. Issue 1.– P. 95 – 109.