

# **ОПТИМИЗАЦИЯ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

**Попов В.П., канд. техн. наук, доцент, Краснова М.С.,  
Зинюхин Г.Б., канд. техн. наук,  
Сидоренко Г.А., канд. техн. наук, доцент  
Оренбургский государственный университет**

Процесс производства пива, как правило, включает в себя следующие технологические операции:

- подготовка зернового сырья;
- затирание сусла;
- соложение сусла;
- отделение солодовой дробины;
- охмеление сусла;
- отделение хмелевой дробины;
- брожение;
- дображивание;
- отделение дрожжей;
- очистка (фильтрование и т.д.);
- розлив.

Интенсификация процесса производства пива может быть достигнута за счет изменения состава сырья, технологических параметров определяющих протекание процесса.

В качестве сырья для производства пива используют солода различных культур зерновых культур, непосредственно зерновые культуры, ферменты, хмель, дрожжи и воду.

Основными технологическими параметрами, влияющими на протекание технологического процесса, являются:

- на стадии подготовки сырья: степень очистки воды; степень очистки солода и зернового сырья; степень измельчения солода и зернового сырья;
- на стадии затирания сусла: состав сухих веществ сусла; качественные показатели вводимых ингредиентов; содержание сухих веществ в сусле; исходная температура воды используемой для затирания;
- на стадии соложения сусла: температура сусла; продолжительность нахождения сусла при той или иной температуре; скорость изменения температуры сусла; интенсивность перемешивания сусла;
- на стадиях отделения солодовой дробины, хмелевой дробины и дрожжей: метод разделения; продолжительность центрифугирования и величина центробежной силы для разделения под действием центробежной силы; продолжительность отстаивания для отстойного разделения;
- на стадии охмеления сусла: количество добавления хмеля и его качественные показатели; температура охмеляемого сусла; продолжительность охмеления;

- на стадии брожения: количество и качество внесенных дрожжей; температура брожения продолжительность брожения;
- на стадии дображивания: температура и продолжительность дображивания;
- на стадии очистки: метод очистки, продолжительность центрифугирования и величина центробежной силы для разделения под действием центробежной силы;
- на стадии розлива: метод розлива; вид и вместимость тары.

Параметрами оценки интенсивности процесса производства пива в целом могут являться: продолжительность процесса, выход готовой продукции, качество получаемого пива, количество получаемых отходов, стоимость утилизации получаемых отходов, удельные затраты энергии на проведение процесса.

Параметрами оценки интенсивности прохождения отдельных стадий технологического процесса, наряду с удельными затратами энергии являются:

- на стадии подготовки сырья: средний размер и однородность частиц измельченных солода и зернового сырья; степень очистки воды; степень очистки солода и зернового сырья;
- на стадии затирания сусла: содержание сухих веществ в сусле после затирания; ферментативная активность сусла;
- на стадии соложения сусла: продолжительность соложения; количество сухих веществ перешедших в сусло из зернового сырья и солода;
- на стадиях отделения солодовой дробины, хмелевой дробины и дрожжей: количество взвешенных частиц в жидкой фазе, относительное количество жидкой фазы, влажность твердой фазы, эффективность разделения фаз;
- на стадии охмеления сусла: количество сухих веществ перешедших в сусло из хмеля; продолжительность охмеления;
- на стадии брожения: продолжительность брожения; качество отбродившего сусла;
- на стадии дображивания: продолжительность дображивания, качество нефильтрованного пива;
- на стадии очистки: количество взвешенных частиц в очищенном пиве; относительное количество фильтрованного пива, влажность фильтрационного осадка, эффективность разделения пива и фильтрационного осадка;
- на стадии розлива: потери при розливе; товарный вид готовой продукции.

Изменяя технологические параметры, определяющие прохождение технологического процесса и измеряя при этом параметры оценки интенсивности процесса можно установить зависимость интенсивности процесса от тех или иных факторов и с успехом управлять ими.

Одной из основных стадий, существенно влияющих на процесс производства пива, является стадия соложения сусла. Повышение

интенсивности протекания данной стадии существенно улучшит интенсивность протекания процесса в целом.

Современный уровень научного обеспечения позволяет для всех технических объектов, в том числе для производственных процессов пивоваренной и безалкогольной отрасли, создавать объекты с заданными технологическими свойствами.

В связи с большим количеством фактором влияющим на производственные процессы пищевой промышленности и неоднозначными требованиями предъявляемыми к продуктам питания, оптимизация производственных процессов в пищевой промышленности, как правило направлена на отыскание области Парето (области компромиссов). Для отыскания данной области используются различные методы, наиболее значимыми из которых являются:

- метод рабочих характеристик, состоящий в отыскании оптимума одного из параметров эффекта, причем все остальные параметры эффекта переведены в разряд ограничений типа равенств;

- весовой метод, заключающийся в том, что ищут максимум взвешенной суммы для различных значений положительных весовых коэффициентов;

- метод векторной оптимизации, заключается в том, что отыскивается экстремальное значение (максимум или минимум) одного из параметров эффекта при средних значениях остальных параметров, затем находится экстремальное значение следующего параметра эффекта при экстремальном значении первого и средних остальных и т.д. В результате получают значения экстремумов всех параметров эффекта предполагая линейность зависимостей между параметрами эффекта и факторами влияющими на прохождение технологического процесса;

- метод планирования эксперимента, заключающийся в проведении опытов в точках с заранее запланированными значениями факторов влияющих на прохождение технологического процесса, с целью установления их влияния на параметры эффекта и получения математических зависимостей между параметрами эффекта и факторами влияющими на технологический процесс.

Одним из наиболее эффективных является метод планирования эксперимента [1-5].

На основании вышесказанного была проделана следующая работа:

- По ориентировочной рецептуре пива, предложенной ведущими специалистами производства, было подготовлено зерновое сырье, затерто сусло и проведено исследование влияния: температуры сусла; продолжительности нахождения сусла при той или иной температуре; скорости изменения температуры сусла; и интенсивности перемешивания сусла на продолжительность соложения и количество сухих веществ перешедших в сусло из зернового сырья и солода. Температуру сусла изменяли в пределах от 20 до 100 °С. Продолжительность нахождения сусла при различных температурах изменяли от 10 до 60 минут. Скорость изменения температуры сусла изменяли в пределах от 2 до 20 градусов в минуту. Для перемешивания

использовали якорную мешалку, при этом изменяя частоту ее вращения от 30 до 100 об/мин.

- Составлен план двухфакторного эксперимента по отделению солодовой дробины от пивного сусла методом центрифугирования. В качестве факторов оказывающих влияние на технологический процесс выбраны продолжительность центрифугирования и частоту вращения ротора центрифуги. Частоту вращения ротора центрифуги изменяли в пределах от 1000 до 3000 об/мин. Продолжительность центрифугирования в пределах от 60 до 540 минут.

- Разработаны предложения по интенсификации стадии соложения в процессе производства пива.

- Проведена оптимизация технологического процесса отделения солодовой дробины от пивного сусла методом центрифугирования.

#### *Список литературы*

1. Попов, В.П. Разработка технологии производства сухих полуфабрикатов крекеров с использованием варочных экструдеров: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / В.П. Попов // Москва, 1995. – 24 с.

2. Тимофеева, Д.В. Оптимизация изменения агрегатного состояния сырья в процессе экструзии / Д.В. Тимофеева, А.Г. Зинюхина, В.П. Попов, В.Г. Коротков, С.В. Антимонов // Вестник Оренбургского государственного университета. г. Оренбург, 2013. – № 3 (152). – С. 225-229.

3. Тимофеева, Д.В. Исследование преобразования структурно - механических свойств и химического состава белково-крахмало-клетчаткосодержащего сырья в канале одношнекового пресс-экструдера / Д.В. Тимофеева, С.В. Кишкилев, В.П. Попов, Н.Н. Мартынов // Всероссийская научно-методическая конференция (с международным участием) «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». г. Оренбург – 4 - 6 февраля 2015. – С. 1007-1014.

4. Мартынова, Д.В. Модернизация шнекового пресс-экструдера / Д.В. Мартынова, В.П. Попов, А.Г. Зинюхина, Н.Н. Мартынов, В.П. Ханин // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – Оренбург, 2016. – № 4. – С. 104-108.

5. Тимофеева, Д.В. Оптимизация процесса преобразования агрегатного состояния зернового сырья при экструзионной обработке / Д.В. Тимофеева, В.Г. Коротков, В.П. Попов, С.В. Антимонов // Хлебопродукты. – Москва, 2013. – № 8. – С. 46-48.