

УДК 635.21.077: 621.365

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРООБРАБОТКИ
ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ
ОСАХАРИВАНИЯ**

Бондарчук О.В., Пашинский В.А., Селюк Ю.Н.

Белорусский государственный аграрный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Исследованы режимы электрообработки пивоваренного ячменя перед получением солода, определены эффективные параметры воздействия электрического поля на продолжительность осахаривания сусла, что способствует улучшению качества солода и пива.

Ключевые слова: пивоваренный ячмень, солод, электрообработка, электрическое поле, осахаривание, сусло, пиво, пивоварение.

**STUDY OF THE INFLUENCE OF MALTING BARLEY ELECTRICAL
TREATMENT MODES ON SACCHARIFICATION DURATION**

Bondarchuk O.V., Pashinsky V.A., Selyuk Yu.N.

Belarusian State Agrarian Technical University
г. Minsk, Republic of Belarus

Regimes of electric treatment of malting barley before malt production are investigated, effective parameters of electric field influence on the duration of wort saccharification are determined, which contributes to the improvement of malt and beer quality.

Key words: malting barley, malt, electrical treatment, electric field, saccharification, wort, beer, brewing.

Введение

Для производства пива используют злаковые культуры, которые отличаются высоким содержанием крахмала. Процесс превращения крахмала в простые сахара (моносахариды, такие как глюкоза и мальтоза) называют осахариванием [1].

Продолжительность осахаривания зависит от растворения солода и активности амилолитических ферментов (α - и β -амилазы).

Основной целью осахаривания является улучшение процесса ферментации нерастворимых веществ, что позволяет сделать сусло более подходящим для брожения пива.

Продолжительность осахаривания является одним из показателей качества солода, регламентируемых ГОСТ [2] и выражают в минутах.

Солод короткого ращения и плохо растворенный, а также солод, изготовленный из неотлежавшегося или стекловидного ячменя, а также высушенный при высоких температурах, осахаривается медленнее. Быстро

Техническое и энергетическое обеспечение производства аграрной продукции

осахаривается перерастворенный солод или солод, высушенные при низких температурах (ниже 80 °С). Светлый солод высокого качества осахаривается за 10–15 мин. Если это время превышает 20 мин, необходимо установить причину и определить развитие зародышевого листка, долю непроросшего зерна, стекловидность, а также измерить амилолитическую активность (диастатическую силу).

Существует химические, биологические и физические способы снижения продолжительности осахаривания [3-6]. Наиболее эффективные и экологически чистые из них – электрофизические [7-10]. Они наиболее полно соответствуют требованиям экологичности производства и продукции. Среди возможных способов наибольший интерес представляет обработка пивоваренного ячменя в переменном электрическом поле.

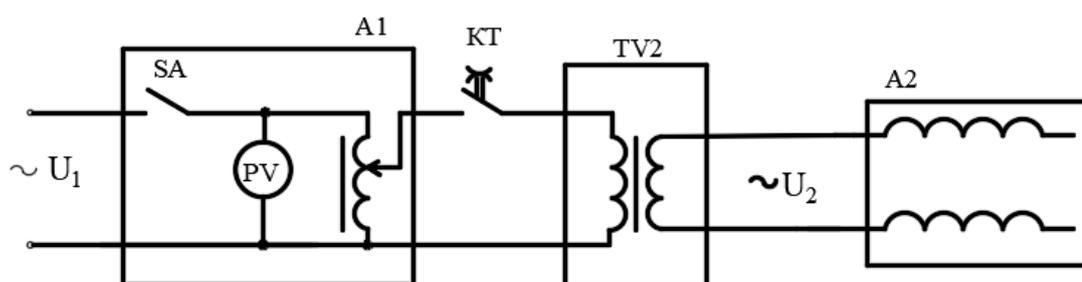
Цель, задачи исследования

Цель настоящей работы состоит в исследовании влияния параметров электрического поля и режимов электрообработки пивоваренного ячменя на продолжительность осахаривания ячменного солода.

Задачи исследования заключаются в электрообработке пивоваренного ячменя в переменном электрическом поле различных величин параметров воздействия, выявление эффективного режима обработки, определение показателя качества солода – продолжительность осахаривания.

Материалы и методы

Обработку пивоваренного ячменя в электрическом поле выполняли на экспериментальной установке, структурная схема которой показана на рисунке 1.



U_1 – переменное сетевое напряжение; SA – переключатель; PV – вольтметр; А1 – ЛАТР (лабораторный автотрансформатор регулируемый); КТ – реле времени; TV2 – повышающий трансформатор; А2 – секция электродов

Рисунок 1 – Структурная схема экспериментальной установки

Обработку пивоваренного ячменя выполняют в надэлектродной зоне. На секцию электродов А2 устанавливают лоток с ячменем. Зерно располагают в один слой. Затем включают ЛАТР А1 и устанавливают требуемое напряжение на первичной обмотке трансформатора TV2. Далее переключателем SA подают питание на реле времени КТ, которое запрограммировано пропускать

Техническое и энергетическое обеспечение производства аграрной продукции

напряжение и через заданный промежуток времени его отключать. От реле времени питание подается на трансформатор TV2, который повышает напряжение на секции электродов А2 до необходимого значения.

Напряжение на рабочем органе – секции электродов настраивают в зависимости от влажности и физико-химических характеристик ячменя, а также геометрических размеров электродов, их расположения относительно обрабатываемой среды и относительно друг друга.

Ячмень, обработанный в электрическом поле, замачивают, а затем проращивают и получают солод из которого готовят сусло. Продолжительность осахаривания определяют в процессе затирания солода (в процессе приготовления пивного сусла, при котором молотый пивоваренный солод смешивают с водой и выдерживают при определенных температурах).

Пробы отбирали через каждые 5 мин, начиная с момента выдержки затора при температуре 70 °С. Для этого стеклянной палочкой брали пробу содержимого заторного стакана (одну каплю) на белую фарфоровую пластинку и смешивали ее с каплей раствора йода. Проба считалась осахаренной при получении чистой желтой окраски. Для сравнения на ту же пластинку помещают каплю дистиллированной воды, смешанную с каплей раствора йода. Продолжительность осахаривания выражали в минутах. [2].

Так как данный эксперимент прост по своему выполнению, то по нему можно оценивать эффективность режимов электрообработки.

Определили зависимость продолжительности осахаривания солода от: напряженности электрического поля в зерне (рисунок 2); времени обработки пивоваренного ячменя (рисунок 3); количества воздействий электрического поля на одну партию зерна (рисунок 4); времени паузы между электрообработками (рисунок 5).

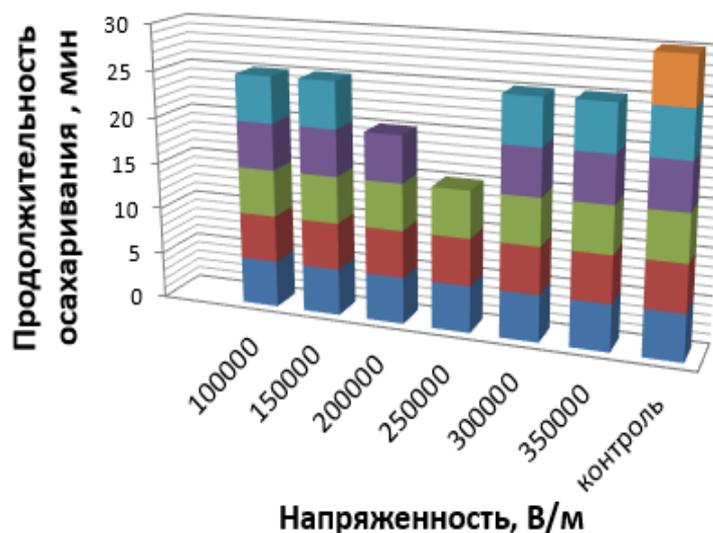


Рисунок 2 – Зависимость продолжительности осахаривания солода от напряженности электрического поля

Техническое и энергетическое обеспечение производства
аграрной продукции

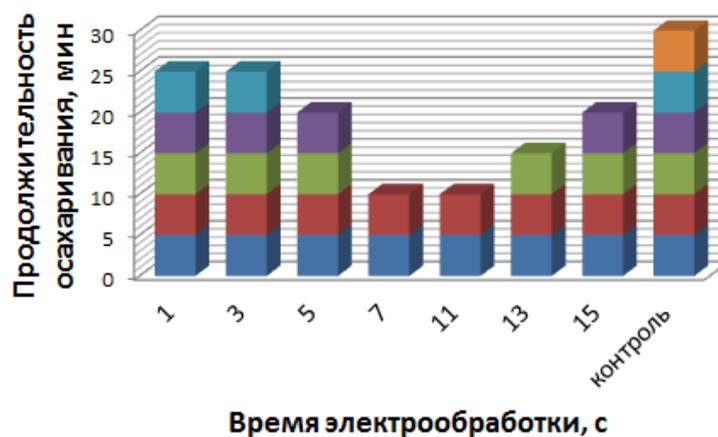


Рисунок 3 – Зависимость продолжительности осахаривания солода от продолжительности электрообработки

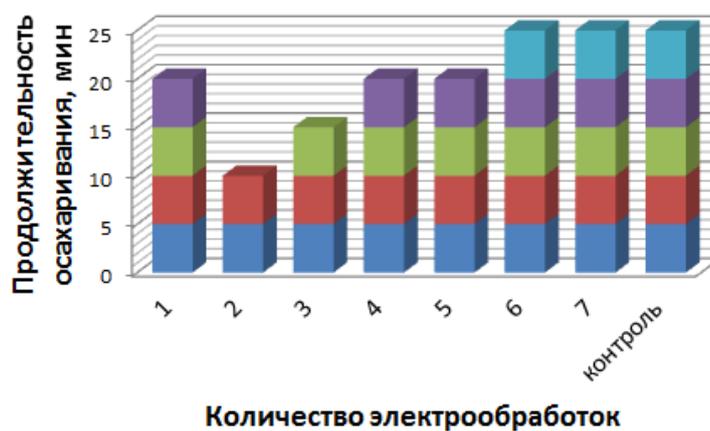


Рисунок 4– Зависимость продолжительности осахаривания солода от количества электрообработок одной партии ячменя

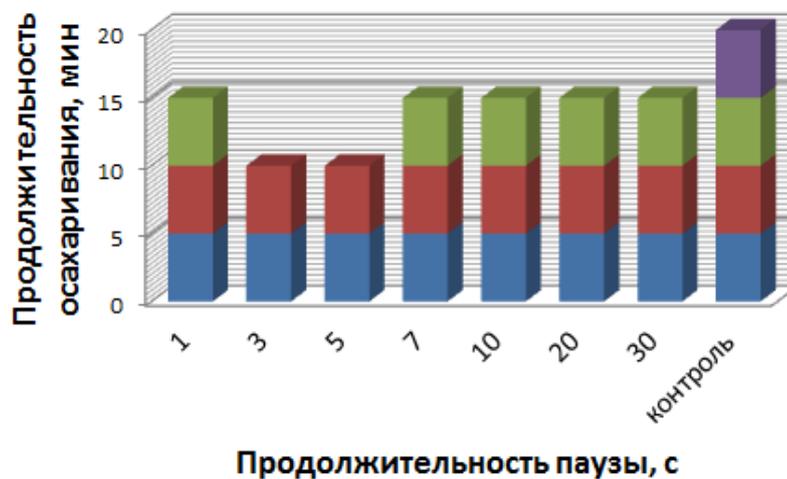


Рисунок 5 – Зависимость продолжительности осахаривания солода от времени паузы между обработками

Техническое и энергетическое обеспечение производства аграрной продукции

Следует учесть, что в исследованиях указано суммарное время воздействия электрического поля. При осуществлении двукратной обработки время на каждую сокращается вдвое и составляет 4–6 с, при трехкратной – 2–4 с.

Выводы

На основании проведенных экспериментов определили основные влияющие факторы: напряженность переменного электрического поля в ячмене, В/м; время воздействия поля на ячмень, с; количество воздействий электрического поля на партию ячменя; время паузы между электрообработками одной партии зерна, с.

Анализ результатов исследований показывает, что наименьшая продолжительность осахаривания наблюдается у партий ячменя, обработанных в переменном электрическом поле с напряженностью в зерне $(2,0...2,5) \cdot 10^5$ В/м; временем воздействия 7–11 с; количеством воздействий на одну партию ячменя 2–3 раза; временем паузы между электрообработками 3–5 с.

Список литературы

1. Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И. Биохимические процессы при производстве солода: Учеб. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 89 с.
2. Солод пивоваренный. Технические условия: ГОСТ 29294–2021. – Введ. 01.01.2022. – М.: Стандартинформ, 2021. – 26 с.
3. Штамм бактерий *Pseudomonas putida* : пат. RU 2051586 / Н. П. Максимова, В. В. Лысак, О. В. Игнатович, Ю. К. Фомичев. – Оpubл. 10.01.1996.
4. Способ увеличения экстрактивности пивоваренного солода : пат. RU 2011128572 / Д. В. Карпенко, М. А. Беркетова. – Оpubл. 27.10.2013.
5. Атрощенко, Е. Э. Действие ударно-волновой обработки семян на морфофизиологические особенности и продуктивность растений : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.12 / Е. Э. Атрощенко ; Пензенский пед. ун-т. – М., 1997. – 24 с.
6. Воронина, П. К. Формирование качества и товароведная характеристика пива и пивных напитков с использованием экструдированного ячменя : дисс. ...канд. техн. наук : 05.18.15 / П. К. Воронина. – М., 1997. – 168 л.
7. Способ получения ячменного солода: пат. RU 2606020 / К. П. Федоренко, А. Г. Кощачев, Г. А. Плутахин. – Оpubл. 10.01.2017.
8. Ефимова, Г. Р. Солодоращения ячменя в католите и анолите. / Г. Р. Ефимова, В. В. Егоров, С. Ф. Данько // Пиво и напитки. – 2002. – № 4. – С. 20–21.
9. Гребенюк, С. М. СВЧ-экстракция полезных веществ из растительного сырья / С. М. Гребенюк, Ю. К. Губиев // Пищевая технология. – 1987. – № 4. – С. 77–80.
10. Способ получения пивоваренного солода : пат. RU 2332446 / В. Т. Христюк, М. А. Сергиенко, Л. Н. Узун, А. А. Волошина. – Оpubл. 27.08.2008.