

Processing and Soft Computing Systems in Agriculture. – IGI Global, 2019. – С. 145–158.

5. Kale S. S., Patil P. S. Data Mining Technology with Fuzzy Logic, Neural Networks and Machine Learning for Agriculture //Data Management, Analytics and Innovation. – Springer, Singapore, 2019. – С. 79–87.

6. Obukhov A.D., Krasnyansky M.N., Dedov D.L., Karpushkin S.V. Mathematical Model of Information Processing in Electronic Document Management System// International Review of Automatic Control. – 2018 – Vol 11, No 6. С. 336–345. <https://doi.org/10.15866/ireaco.v11i6.15305>.

**Abstract.** The article deals with the principle of an automated farm platform restriction objects determining. The platform is a laboratory prototype, which will serve as a prototype of a full-size machine with automatic control in the future. The prototype developed is focused on the functionality of a tractor.

УДК 663.43

**Пашинский В.А.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент;  
**Бондарчук О.В.**<sup>2</sup>, старший преподаватель

<sup>1</sup>УО «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, г. Минск, Республика Беларусь,

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

## **ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СОЛОДА**

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования влияния электрофизической обработки пивоваренного ячменя переменным неоднородным электрическим полем высокой напряженности на осаживаемость солода. Установлено, что при данном способе обработки сокращается время осаживания солода.

Инновационные технологии направлены на достижение удовлетворения потребностей современного мира, непосредственно касающихся самого человека. Они нацелены на повышение качества выпускаемой продукции и совершенства самой производственной сферы.

Одним из наиболее важных показателей качества солодового сырья является продолжительность осахаривания солода.

Осахаривание – процесс расщепления крахмалосодержащего сырья, в частности ячменя, до простых сахаров под воздействием естественных (из солода) или искусственных (синтетических) ферментов. Полисахариды крахмала расщепляются до моносахаридов – глюкозы, фруктозы, сахарозы. Только моносахариды могут превращать дрожжи в спирт. От продолжительности осахаривания будет зависеть, какие вкус, крепость, пенистость и плотность будут у пива.

Время осахаривания зависит от растворения солода и содержания активных амилаз. Солод короткого ращения и плохо растворенный осахаривается медленнее. Солод, высушиваемый при слишком высоких температурах, ослабляющих действие ферментов, также осахаривается медленнее. Быстро осахариваются солода, перерастворенные или высушенные при низких температурах. Светлый солод осахаривается нормально за 10–15 мин, темный – не больше чем за 30–35 мин. Солод, изготовленный из неотлежавшихся ячменей, осахаривается обычно медленнее; на время осахаривания влияют также особенности отдельных урожаев (ячмени стекловидные, с плохим прорастанием). Если осахаривание у светлого солода не происходит за 20 мин, необходимо определить амилolyтическую активность, так как осахаривание крахмала протекает под воздействием амилазы. У темного солода причиной более позднего осахаривания является высокая температура отсушки [1].

Целью проведенного эксперимента является оценка влияния экспозиции и напряженности электрического поля на продолжительность осахаривания солода после обработки пивоваренного ячменя переменным неоднородным электрическим полем высокой напряженности.

Для экспериментов отобраны пробы пивоваренного ячменя сорта «Бровар», поступление из Минского района: крупность – 92,8 %; крахмал – 58,6 %; зерновая примесь – 3,9 %; мелкое зерно – 1,6 %; жизнеспособность – 96 %; сорная примесь – 0,55 %; влажность – 11 %; содержание белка – 12,6 %.

Такое высокое содержание белка свидетельствует о низком качестве пивоваренного ячменя, что в дальнейшем, при производстве солода, покажет низкую экстрактивность и большую продолжительность осахаривания солода.

Исследования проводилось в НИАЛ НИИМЭСХ. Отбирали по три пробы одного образца и проводили двойное исследование каждого образца. Методика исследования заключалась в следующем: пробы зерна пивоваренного ячменя обрабатывали на диэлектрическом сепараторе СДЛ1 [2] переменным неоднородным электрическим полем напряженностью 1,25 МВ/м. Затем проводилось микросоложение ячменя. Были отобраны пробы:

№1 – партия зерна, обработанная переменным электрическим полем в течение 100 с с временем отлежки 2 суток;

№2 – партия зерна, обработанная переменным электрическим полем в течение 100 с с временем отлежки 1 сутки;

№3 – партия зерна, обработанная переменным электрическим полем в течение 12 с с временем отлежки 1 сутки;

№4 – партия зерна, обработанная переменным электрическим полем в течение 240 с два раза с временем отлежки 1 сутки;

№5 – партия зерна, обработанная переменным электрическим полем высокой напряженности в течение 260 с три раза с временем отлежки 1 сутки;

№6 – партия зерна, не обработанная (контрольный образец).

После обработки образцы зерна замачивали, проращивали, высушивали и проводили микросоложение.

Исследования по определению продолжительности осахаривания проводили согласно [3].

Результаты исследований представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Осахаривание солода в зависимости от напряженности электрического поля и экспозиции

Время осахаривания, мин	Образцы					
	1	2	3	4	5	6
5	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-
20	-	-	+	-	-	-
25	+	+	+	-	-	-
30	+	+	+	-	-	+
35	+	+	+	+	+	+

Продолжительность осахаривания крахмала определялась методом йодной пробы. С этой целью порцию осахариваемой массы фильтровали через фильтр из плотной ткани, после чего к 5–10 частям фильтрата добавляют одну часть спиртового раствора йода. Изменение цвета пробы в присутствии йода означает:

- синий – крахмал превратился в клейстер и растворимый крахмал;
- фиолетовый – крахмал превратился в декстрины;
- красный – крахмал менее чем на половину превратился в мальтозу;
- цвет не изменился, то есть имеет оттенок цвета раствора йода
- весь крахмал превратился в мальтозу и декстрины.

Проба считается осахаренной при появлении чистой желтой окраски. Продолжительность осахаривания выражается в минутах.

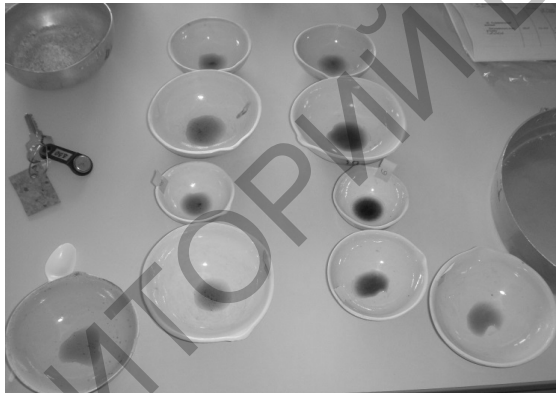


Рисунок 1 – Осахаривание солода в зависимости от напряженности электрического поля и экспозиции пробы №1 (слева) и №5 (справа)

Как и предполагалось, продолжительность осахаривания солода контрольного образца большая и не достаточна для получения светлого солода.

После данного эксперимента был проведен ряд исследований по определению продолжительности осахаривания солода в зависимости от:

- напряженности электрического поля;
- времени обработки пивоваренного ячменя электрическим полем;
- количества воздействий электрического поля на одну партию пивоваренного ячменя;

– соотношения времени воздействия электрического поля на одну партию пивоваренного ячменя и времени паузы между электрообработками.

Данный способ обработки пивоваренного ячменя переменным неоднородным электрическим полем определенных режимных параметров позволяет сократить продолжительность осахаривания солода. Эффект от применения данного способа воздействия на пивоваренный ячмень заключается в улучшении качества и увеличении выхода товарного пива [4, 5].

#### Список использованных источников

1. Хорунжина, С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива / С.И. Хорунжина. – М.: Колос, 1999. – 312 с.

2. Пашинский, В.А. Стимулирование прорастания пивоваренного ячменя. / В.А. Пашинский, О.В. Бондарчук // Агропанорама. – Минск, 2008. – №6. – С. 26–28.

3. Солод пивоваренный. Технические условия: ГОСТ 292594–2014. – Введ. 01.01.2016. – М.: Стандартинформ, 2016 – 28 с.

4. Бондарчук, О.В. Применение установки для интенсификации процесса производства солода на пивоваренном предприятии. / О.В.Бондарчук, И.И. Гургенидзе, В.А. Пашинский, // Агропанорама. – Минск, 2018. – №3. – С. 14–16.

5. Гургенидзе, И.И. Технико-экономическое обоснование проекта внедрения установки для интенсификации процесса производства солода на пивоваренном предприятии / И.И. Гургенидзе, О.В. Бондарчук, В.А. Пашинский // Агропанорама. – Минск, 2018. – №6. – С. 20–24.

**Abstract.** The article presents the results of the study of the influence of electrophysical processing of malting barley by a variable inhomogeneous electric field of high tension on the saccharification of malt. It is established that this method of processing reduces the time of saccharification of malt.