

УДК 663.421

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СОЛОДОПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИЕЙ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ

Бондарчук О.В.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Беларусь*

Существует множество способов интенсификации производства солода с целью сокращения времени его получения, улучшения качества и увеличения выхода конечного продукта.

Для этого применяют физические, химические и биологические способы обработки пивоваренного ячменя. Из которых наиболее эффективны способы с применением биологически активных веществ, ферментных препаратов и солей, но они не являются экологически чистыми, так как в большинстве своем представляют собой ксенобиотики – чужеродные для зерна вещества. А повышение экологической чистоты ячменного солода, как основного сырья для получения пива, кваса и концентратов лечебно-профилактического назначения имеет большой интерес для потребителей [1].

Но самый важный эффект состоит в улучшении качественных показателей солода. Наиболее значимые – амилолитическая активность, массовая доля экстракта в сухом веществе солода, продолжительность осахаривания, кислотность и другие, которые зависят от класса ячменя и способа его обработки.

Предлагаем способ интенсификации производства солода [2], электроактивацией пивоваренного ячменя в переменном электрическом поле. Который лишен недостатков выше перечисленных, а показатели качества превосходят значения тех же показателей после химических и биологических воздействий.

Единый показатель, по которому можно оценить электровоздействие отсутствует, поэтому нами проведены исследования амилолитической активности [3] и экстрактивности солода [4].

Результаты представлены в таблице 1.

По данным таблицы видно, что после электроактивации ячменя происходит увеличение амилолитической активности и экстрактивности солода на пятые сутки в среднем на 40 % и 26% соответственно. Величины этих показателей достаточно для производства пива. С учетом того, что длительность солодоращения составляет 6-8 суток, то и сокращается время получения солода до 4-5 суток. То есть интенсификация солодопроизводства состоит в сокращении сроков получения солода и в улучшении его качества.

Таблиця 1

**Средние значения амилалитической активности и экстрактивности**

Образцы	Амилолитическая активность, ед./г на 4 сутки	Амилолитическая активность, ед./г на 5 сутки	Массовая доля экстракта в сухом веществе солода, % E <sub>2</sub> на 5 сутки	Массовая доля экстракта в сухом веществе солода, % E <sub>2</sub> на 6 сутки
Электроактивированный ячмень	306,5	424	81,6	81,6
Контроль	243,3	283	60,43	79,6

Оценим эффект от электроактивации по увеличению экстрактивности солода. Произведем расчет выхода товарного пива на 1 тонну солода. Принимаем данные для расчета [5]:

Выпускаемая продукция – 12 %-ое пиво,  $e = 12\%$ .

Масса солода  $Q' = 1000$  т.

Потери при полировке  $P_n = 0,5\%$ ,

Потери экстракта  $P_э$  равняются 2,7%,

Потери сусла  $P_{хд}$  равняются 6%,

Потери в отделении главного брожения  $P_б$  равняются 2,3%,

Потери при дображивании  $P_о$  равняются 1%,

Потери сусла в отделении дображивания и фильтрования  $P_{оф} = 2,7\%$ ,

Потери товарного пива при розливе в бутылки  $P_p = 2\%$ ,

Экстрактивность солода  $\mathcal{E}'_б = 79,6\%$  /  $\mathcal{E}'_н = 81,6\%$ ;

Влажность  $W' = 4,8\%$ .

Отходы солода при полировке, кг:

$$Q_n = Q' \cdot \frac{P_n}{100} \quad (1)$$

Количество полированного солода, кг :

$$Q_{nc} = Q' \cdot \frac{100 - P_n}{100} \quad (2)$$

Количество сухих веществ в солоде, кг:

$$Q_{св} = Q_{nc} \cdot \frac{100 - W'}{100} \quad (3)$$

Содержание сухих веществ в солоде, кг:

$$Q'_{св} = Q_{св} \cdot \frac{\mathcal{E}'}{100} \quad (4)$$

Потери экстракта в варочном цехе, кг:

$$Q'_{нэ} = Q' \cdot \frac{P_э}{100} \quad (5)$$

Количество экстрактивных веществ переходящих в горячее сусло, кг:

$$\mathcal{E}_c = Q'_{св} - Q'_{нэ} \quad (6)$$

Масса сусла, кг:

$$Q_c = \varepsilon_c \cdot \frac{100}{e} \quad (7)$$

Объем суслу при 20°C, дм<sup>3</sup>:

$$V_c = \frac{Q_c}{d}, \quad (8)$$

где  $d$  – плотность суслу при 20°C (1,04835 кг/л).

Коэффициент объемного расширения при нагревании суслу до 100°C равен 1,04. С учётом этого коэффициента объем горячего суслу, м<sup>3</sup>:

$$V_{xc} = V_c \cdot 1,04 \quad (9)$$

Объем холодного суслу, дм<sup>3</sup>:

$$V_{xc} = V_{xc} \cdot \frac{100 - \Pi_{хд}}{100} \quad (10)$$

Объем молодого пива, дм<sup>3</sup>:

$$V_{м.п.} = V_{xc} \cdot \frac{100 - \Pi_{б}}{100} \quad (11)$$

Объем нефильтрованного пива, дм<sup>3</sup>:

$$V_{нф} = V_{м.п.} \cdot \frac{100 - \Pi_{д}}{100} \quad (12)$$

Объем фильтрованного пива, дм<sup>3</sup>:

$$V_{фн} = V_{нф} \cdot \frac{100 - \Pi_{дф}}{100} \quad (13)$$

Предполагается, что 100% пива разливается в бутылки. Таким образом, количество товарного пива, дм<sup>3</sup>:

$$V_{тн} = V_{фн} \cdot \frac{100 - \Pi_{р}}{100} \quad (14)$$

Рассчитанные данные сводим в таблицу 2.

Дополнительный выход товарного пива с 1 т солода, дм<sup>3</sup>:

$$\Delta V_{тн} = V_{тнн} - V_{тнб} = 5400,3 - 5263,1 = 137,2 \text{ дм}^3 = 137,20 \text{ л} \quad (15)$$

После электроактивации пивоваренного ячменя выход пива увеличился на 2,6 %. Наши исследования показывают, что экономический эффект от интенсификации солодопроизводства электроактивацией ячменя состоит в увеличении выхода товарного пива.

При оценке эффективности не учтено, что сокращается время получения солода [3] и это ускоряет технологический цикл. Аналогичное явление происходит и с показателями: увеличивается амилолитическая активность и экстрактивность, что, в конечном счете, обеспечивает повышение технологического эффекта и отражается на показателях экономического эффекта и экономической эффективности инвестиций в проект.

Таблиця 2.

**Данные расчета выхода товарного пива с применением установки для интенсификации процесса производства солода и без нее**

Параметр	Электроактивированный солод	Контрольный образец
Отходы солода при полировке, кг:	5	5
Количество полированного солода, кг:	995	995
Количество сухих веществ в солоде, кг:	947,24	947,24
Содержание сухих веществ в солоде, г:	773	754
Потери экстракта в варочном цехе, кг:	27	27
Количество экстрактивных веществ переходящих в горячее сусло, кг:	745,95	727
Масса сусла, кг:	6216,2	6058,4
Объем сусла при 20 °С, дм <sup>3</sup> :	5929,5	5778,95
Объем горячего сусла, дм <sup>3</sup> :	6166,7	6010,1
Объем холодного сусла, дм <sup>3</sup> :	5796,7	5649,5
Объем молодого пива, дм <sup>3</sup> :	5663,4	5519,6
Объем нефильтрованного пива, дм <sup>3</sup> :	5606,8	5464,4
Объем фильтрованного пива, дм <sup>3</sup> :	5510,5	5370,5
Объем товарного пива, дм <sup>3</sup> :	5400,3	5263,1

Наряду с экономической целесообразностью предлагаемого способа существует также вполне аргументировано экологический эффект от применения электроактивации для интенсификации производства солода. Это объясняется такими преимуществами, как отсутствие ингибиторов, ускорителей роста, ферментов.

#### Список использованных источников

1. Домарецкий В.А. Технология солода и пива: учебник. Киев: Фирма ИНКОС, 2004. 432 с.
2. Способ обработки пивоваренного ячменя в сухом виде : пат. 22032 Респ. Беларусь, МПК С12С 1/02 О.В. Бондарчук, В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь; заявитель Учреждение образования «Белорусский аграрный технический университет». – № а 20160040; заявл. 10.02.2016; опубл. 30.10.2017 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. Уласнасці/ 2017. №5. – С. 21.
3. Пашинский В.А., Бондарь Н.Ф., Бондарчук О.В. Увеличение амилолитической активности солода. Агропанорама. 2009. №2. С.17–21.
4. Пашинский В.А., Бондарь Н.Ф., Бондарчук О.В. Влияние обработки пивоваренного ячменя переменным электрическим полем на экстрактивность солода. Агропанорама. 2013. №4, С. 28–30.
5. Нормы технологического проектирования предприятий малой мощности пивоваренной промышленности: ВНТП-10М-93 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200031821>. (Дата доступа: 02.02.2020).