УДК 663.421

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СОЛОДОПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИЕЙ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ

Бондарчук О.В.
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика 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.

Таблица 1 – Средние значения амилолитической 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_2 на 5 сутки	Массовая доля экстракта в сухом веществе солода, % E_2 на 6 сутки
Электроактивированный ячмень	306,5	424	81,6	81,6
Контроль	243,3	283	60,43	79,6

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.

Оценим эффект от электроактивации по увеличеннию 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 $П_п$ = 0,5%,

Потери экстракта $П_э$ равняются 2,7%,

Потери сусла $П_{хд}$ равняются 6%,

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

Потери при дображивании $П_д$ равняются 1%,

Потери сусла в отделении дображивания и фильтрования $П_{дф}$ = 2,7%,

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

Экстрактивность солода $Э_б'$= 79,6%/ $Э_н'$= 81,6%;

Влажность W'= 4,8%.

Отходы солода при полировке, кг:

$$Q_п = Q' \cdot \frac{П_п}{100} \quad (1)$$

Количество полированного солода, кг :

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

Количество сухих веществ в солоде, кг:

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

Содержание сухих веществ в солоде, кг:

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

Потери экстракта в варочном цехе, кг:

$$Q'_{пэ} = Q' \cdot \frac{П_э}{100} \quad (5)$$

Количество экстрактивных веществ переходящих в горячее сусло, кг:

$$Э_с = Q'_{св} - Q'_{пэ} \quad (6)$$

Масса сусла, кг:

$$Q_с = Э_с \cdot \frac{100}{e} \quad (7)$$

Объем сусла при 20°С, дм^3:

$$V_c = \frac{Q_c}{d} \ , \tag{8}$$

где d – плотность сусла при 20°С (1,04835 кг/л).

Коэффициент объемного расширения при нагревании сусла до 100°С равен 1,04. С учётом этого коэффициента объем горячего сусла, м^3:

$$V_{гс} = V_c \cdot 1,04 \tag{9}$$

Объем холодного сусла, дм^3:

$$V_{хс} = V_{гс} \cdot \frac{100 - П_{хд}}{100} \tag{10}$$

Объем молодого пива, дм^3:

$$V_{м.п.} = V_{хс} \cdot \frac{100 - П_б}{100} \tag{11}$$

Объем нефильтрованного пива, дм^3:

$$V_{нф} = V_{м.п.} \cdot \frac{100 - П_д}{100} \tag{12}$$

Объем фильтрованного пива, дм^3 :

$$V_{фп} = V_{м.п.} \cdot \frac{100 - П_{дф}}{100} \tag{13}$$

Предполагается, что 100% пива разливается в бутылки. Таким образом, количество товарного пива, дм^3:

$$V_{тп} = V_{фп} \cdot \frac{100 - П_р}{100} \tag{14}$$

Рассчитанные данные сводим в таблицу 2.

Таблица 2. Данные расчета выхода товарного пива с применением установки для интенсификации процесса производства солода и без нее.

Параметр	Электроактиви-рованный 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^3:	5929,5	5778,95
Объем горячего сусла, дм^3:	6166,7	6010,1
Объем холодного сусла, дм^3:	5796,7	5649,5
Объем молодого пива, дм^3:	5663,4	5519,6
Объем нефильтрованного пива, дм^3:	5606,8	5464,4
Объем фильтрованного пива, дм^3:	5510,5	5370,5
Объем товарного пива, дм^3:	5400,3	5263,1

Дополнительный выход товарного пива с 1 т солода, дм^3:

$$\Delta V_{тп} = V_{тпн} - V_{тпб} = 5400,3 - 5263,1 = 137,2 дм^3 = 137,20 \text{ л} \tag{15}$$

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.

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 / В.А. Домарецкий. – Киев: Фирма ИНКОС, 2004. – 432 с.
2. Способ обработки пивоваренного ячменя в сухом виде : пат. 22032 Респ. Беларусь, МПК C12C 1/02 О.В. Бондарчук, В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь; заявитель Учреждение образования «Белорусский аграрный технический университет». – № a 20160040; заявл. 10.02.2016; опубл. 30.10.2017 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. Уласнасці/ – 2017. – №5. – С. 21.
3. Пашинский В.А. Увеличение амилолитической активности солода. / В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь, О.В. Бондарчук // Агропанорама. – 2009. – №2. – С. 17–21.
4. Пашинский В.А. Влияние обработки пивоваренного ячменя переменным электрическим полем на экстрактивность солода. / В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь, О.В. Бондарчук // Агропанорама – №4, 2013. – С. 28–30.
5. Нормы технологического проектирования предприятий малой мощности пивоваренной промышленности : ВНТП-10М-93 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200031821. – Дата доступа: 02.02.2020.