

продуктов в межэлектродный зазор и забивании его эффективной рабочей зоны, может быть успешно устранен установкой пленочного покрытия обмотки. Одновременно достигается наведение в частицах сепарируемой смеси внутренней поляризации (пленочное покрытие препятствует инжекции зарядов и стеканию поляризации).

Литература

1. Городецкая Е.А. Диэлектрическая сепарация пищевой картофельной муки / Дисс. на соиск. уч. степени канд. технич. наук. Москва, 1993.
2. Садкевич К., Садкевич Ю., Садкевич Я. Польская аппаратура для исследования зерна, муки и хлебобулочных изделий// Wydawnictwo Uczelniane Akademii Techniczno- Rolniczej, Bydgoszcz, 2005. – 156 s.
3. Авторское свидетельство № 1650065 «Способ получения пищевой картофельной муки» Авторы: Городецкая Е.А. и др., указанные в опис., МИ-ИСП им. Горячкина В.П., Москва, 1991.
4. Авторское свидетельство № 1764701 «Устройство для разделения сыпучих материалов» Авторы: Городецкая Е.А. и др., указанные в опис., МИ-ИСП им. Горячкина В.П., Москва, 1992.

УДК 663.421

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА

Пашинский В.А., к.т.н., доцент¹, Бондарчук О.В., аспирант²

¹УО «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Из-за расхода сухих веществ на развитие ростков, корешков и дыхание зародыша производство солода связано с их значительной потерей. Эти процессы взаимозависимы, и подавление дыхания неизбежно вызывает торможение роста. Поэтому способы интенсификации производства солода связаны, прежде всего, с факторами, влияющими на эти процессы [1].

Основная часть

В настоящее время существуют различные химические и биологические способы воздействия на зерно для повышения экстрактивности солода: перезамачивание зерна; использование активаторов роста зерна и ингибиторы процесса дыхания ячменя при проращивании; добавление в замочную воду щелочных растворов ускоряющих процесс замачивания ячменя; введение отдельных ферментов или их комплексов в замочную воду. В практическом отношении пред-

Секция 2: Перспективные технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства

ставляет интерес воздействие на ячмень переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности [2].

Наши исследования показали, что при обработке ячменя переменным неоднородным электрическим полем напряженностью 1,3 МВ/м [3] происходит увеличение амилалитической активности солода в процессе солодоращения на пятые сутки в среднем на 40%, и сокращение времени солодоращения на 1-2 суток. Исследования по определению энергии прорастания, длины и количества корешков, а также амилалитической активности солода проводились в НИАЛ БГАТУ согласно [4] и технологическому графику для получения солода из пивоваренного ячменя по методу Виндиша-Кольбаха.

1. *Определение энергии прорастания, длины и количества корешков.* Для первого эксперимента были отобраны восемь проб по 500 зерен каждая. Из них четыре образца контрольных и четыре экспериментальных. Активацию роста семян осуществляли с помощью неоднородного электрического поля высокой напряженности. Первое исследование проводилось через 36 часов, второе – через 48 часов, третье – через 60 часов и последнее – через 72 часа после начала эксперимента. Энергию прорастания каждой аналитической пробы (X) вычисляли по формуле, %:

$$X = \frac{500 - n}{500} \cdot 100, \quad (1)$$

где n – количество зерен, не проросших к моменту определения энергии прорастания, шт.; 500 – количество зерен в аналитической пробе, шт.

Таблица 1 — Энергия прорастания, среднее количество и средняя длина корешков

Показатели	Контрольная проба				Опытная проба			
	36ч	48ч	60ч	72ч	36ч	48ч	60ч	72ч
	Средние значения за три эксперимента							
Энергия прорастания, %	37,8	63,1	83,7	85,0	52,1	74,8	84,9	86,0
Средняя длина, мм	1,06	3,24	5,43	8,41	1,26	3,96	5,97	8,69
Среднее количество, шт.	0,54	1,5	2,84	3,33	0,82	1,78	3,23	3,61

Количество проросших корешков определяли путем подсчета в каждой проросшей зерновке. Длину корешков измеряли линейкой. Затем высчитывали среднее количество корешков и среднюю их длину в каждой аналитической пробе. Исследования проводились три раза. Данные по энергии прорастания, среднему количеству и средней длине корешков приведены в таблице 1 по средним показателям за три эксперимента.

Достоверность различия при данном числе наблюдений через 36 часов после начала эксперимента определили, применив разностный метод обработки результатов, заключающийся в сравнении различия в энергии прорастания, длине и количестве корешков [4]. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Разностный метод обработки результатов

Образцы	Контроль-ные	Опытные	Разность	Д	Д ²
Энергия прорастания через 36 часов, %					
1	16,6	37,8	+21,2	+6,9	47,6
2	48,6	61,2	+12,6	-1,7	2,9
3	48,2	57,2	+9	-5,3	28,1
Σ	113,4	156,2	42,8	-	78,6
М	37,8	52,1	14,3	-	-
Длина корешков через 36 часов, мм					
1	0,288	0,766	+0,478	+0,058	0,0034
2	0,972	1,14	+0,168	-0,252	0,0635
3	1,932	2,548	+0,616	+0,196	0,0384
Σ	3,192	3,78	1,262	-	0,10532
М	1,06	1,26	0,42	-	-
Количество корешков через 36 часов, шт.					
1	0,176	0,458	+0,282	+0,001	0,000001
2	0,854	1,246	+0,392	+0,111	0,012321
3	0,582	0,750	+0,168	-0,113	0,012769
Σ	1,612	2,454	0,842	-	0,025091
М	0,537	0,818	0,281	-	-

Примечание: Д - отклонение от средней разности.

Значение средней ошибки определяем по формуле:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum D^2}{(n-1)n}}, \quad (2)$$

где n – количество экспериментов.

Показатель существенности разности:

$$t = \frac{M}{m}. \quad (3)$$

Для энергии прорастания

$$m = \pm \sqrt{\frac{78,6}{6}} = \pm 3,62 ;$$

$$t = \frac{14,3}{3,62} = 3,95.$$

$t_{st} = 3,182$ при вероятности возможной ошибки $P < 0,05$. Из расчетов следует, что применение неоднородного переменного электрического поля высокой напряженности для обработки ячменя достоверно ($P < 0,05$) увеличивает энергию прорастания, длину и количество корешков через 36 часов после начала эксперимента.

Аналогично производили расчеты для длины и количества корешков.

2. Определение амилолитической активности солода. Эксперименты выполнены дважды с двойной повторностью. Отбирались пробы: контроль; ячмень, обработанный неоднородным электрическим полем высокой напряженности до замачивания; ячмень, обработанный тем же способом после замачивания. Одним из основных требований, предъявляемых к пивоваренному солоду, является его быстрая самосахариваемость. Поэтому и о качестве свежепроросшего солода можно в достаточной степени судить по активности его амилолитических ферментов. Амилолитическая активность солода выражается количеством мальтозы (в г), образовавшейся из крахмала под действием ферментов 100 г солода. Средние результаты за эксперименты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Средние результаты экспериментов.

№	Характеристика образца	Амилолитическая активность (в условных единицах Виндиша-Кольбаха), ед./г			
		24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
1	Зерно* без обработки (контроль)	177,22	175,1	243,32	283,0
2	Зерно*, обработанное за 20 часов до замачивания	173,49	214,8	306,5	424,0
3	Зерно*, обработанное после замачивания	208,81	192,46	273,75	351,0

Примечание: Зерно* – ячмень пивоваренный, сорт «Атаман»: крупность – 84%, влажность – 14,1%, содержание белка – 11,38%.

Достоверность различия при данном числе наблюдений через 96 часов после начала эксперимента определили, применив разностный метод обработки результатов [6].

Заключение

По результатам экспериментов видно, что стимулирование прорастания пивоваренного ячменя с помощью переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности увеличивает энергию прорастания, длину и количество корешков. Наиболее значительно это заметно через 36

часов после начала исследования, так как энергия прорастания на 38% превышает контрольное значение, среднее количество корешков на 52%, а средняя длина корешков на 19%.

А также, предлагаемый способ увеличивает амилолитическую активность солода. Наиболее значительно это заметно при обработке ячменя перед замачиванием, так как содержание мальтозы через 72 часа после начала солодоращения составляет в среднем 306,5ед./г., а через 96 часов – 424ед./г., что соответствует амилолитической активности светлого и темного солода соответственно. А содержание мальтозы в контрольном образце ни через 72 часа – 243,32, ни через 96 часов – 283ед/г. Из чего можно сделать выводы, что переменное неоднородное электрическое поле высокой напряженности действительно оказывает влияние на амилолитическую активность солода и позволяет сократить сроки солодоращения в среднем на 40%.

Литература

1. Хорунжина С.В. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива. – М.: Колос, 1999. – 312 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
2. Электротехнология/ В.А. Карасенко, Е.М. Заяц, А.Н. Баран, В.С. Корко. – М.: Колос, 1992.
3. В.А. Пашинский. Стимулирование прорастания пивоваренного ячменя. / В.А. Пашинский, О.В. Бондарчук // Агропанорама, №6, 2008. – С. 26-29.
4. Косминский Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. Лабораторный практикум по техническому контролю производства. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998.

УДК 664.723

К ВОПРОСУ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ЗЕРНА И СЕМЯН С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА

Цубанов А.Г., к.т.н., доцент

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

Введение

Технология сушки зерна и семян с утилизацией теплоты сушильного агента (СА) является одним из методов снижения расходов топлива в конвективных зерносушилках. Утилизация теплоты СА предполагает предварительный подогрев наружного атмосферного воздуха, используемого затем в процессе сушки [1]. При этом устанавливается теплоутилизатор (ТУ), в котором организуется теплообмен между отработавшим СА и