

УВЕЛИЧЕНИЕ АМИЛОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СОЛОДА

В.А. Пашинский, канд. техн. наук, доцент, Н.Ф. Бондарь, канд. хим. наук, О.В. Бондарчук, аспирантка (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье приведены результаты исследования по обработке зерен пивоваренного ячменя переменным неоднородным электрическим полем высокой напряженности, представлены графические зависимости содержания мальтозы в свежепроросшем солоде от обработки ячменя. В результате исследования видно, что в пробе ячменя, обработанного за 20 часов до замачивания переменным неоднородным электрическим полем высокой напряженности, содержание сухого вещества мальтозы через 72 часа после начала проращивания соответствует содержанию мальтозы в солоде, пригодном для получения светлого солода, а через 96 часов – темного солода. А в контрольном – необработанном образце содержание сухого вещества мальтозы через 96 часов после начала проращивания неоднозначно соответствует содержанию мальтозы, необходимому для получения светлого солода.

Введение

Технологической целью солодоращения являются биосинтез ферментов и активизация неактивных ферментов, в результате действия которых происходит переход в водорастворимое состояние резервных веществ ячменя. Ферментативный гидролиз сложных веществ ячменя начинается при проращивании и завершается при затирании зернового сырья [1].

Из-за расхода сухих веществ на развитие ростков, корешков и дыхание зародыша производство солода связано с их значительной потерей. Эти процессы взаимосвязаны, и подавление дыхания неизбежно вызывает торможение роста. Поэтому способы интенсификации производства солода связаны, прежде всего, с факторами, влияющими на эти процессы [2].

Для активации действия различных ферментов проводят процесс замачивания ячменя.

Основная часть

В настоящее время существуют различные способы воздействия на зерно с целью получения солода.

Применяют принцип перезамачивания, при котором уменьшаются потери на дыхание, процессы расщепления углеводов и синтеза ферментов в эндосперме зерна несколько отстают по сравнению с обычным способом солодоращения, но ускоряется расщепление азотистых веществ, а в результате задержки роста корешков достигается экономия расхода экстрактивных веществ солода. Однако способ перезамачивания, несмотря на простоту технического решения, не обладает достаточной эффективностью с точки зрения целенаправленного воздействия на биохимические процессы, происходящие при замачивании зерна и дальнейшем его проращива-

нии. Кроме того, использование повторной воды небезопасно в микробиологическом отношении. Вероятность повышения бактериальной обсемененности замачиваемого зерна требует дополнительного фильтрования, дезинфекции, осветления воды на сепараторе [2].

Для интенсификации процесса солодоращения на оболочку зерна воздействуют механически. Добиваются ее частичного удаления и более быстрого проникновения влаги внутрь зерна при замачивании.

Значительное место в интенсификации солодоращения занимают способы, основанные на применении активаторов роста зерна и ингибиторов процесса дыхания ячменя при проращивании. В качестве активатора роста при солодоращении наибольшее распространение получил гиббереллин. В соответствии с этим разработан ряд способов применения гибберелловой кислоты для сокращения сроков солодоращения и получения солода хорошего качества с высокой ферментативной активностью. Но использование одной гибберелловой кислоты обычно приводит к некоторым потерям сухих веществ ячменя. Усиление роста зерна, вызываемое гибберелловой кислотой, увеличивает потери на дыхание и рост корешков.

Применение формальдегида при солодоращении вызывает ингибирование роста ячменя. При этом в солоде снижается активность амилаз и протеаз, уменьшается количество антоцианогенов, подавляется развитие посторонней микрофлоры, а в пиве повышается коллоидная стойкость.

При обработке ячменя спиртом в раствор из оболочек зерна переходят вещества, тормозящие рост зародыша.

При добавлении в замочную воду щелочных растворов ускоряется процесс замачивания ячменя, по-

вышается скорость проникновения воды в зерно, стимулируется выщелачивание из оболочек ячменя полифенольных и горьких веществ, способных регулировать ростовые процессы, происходящие в замоченном зерне. Применение щелочного замачивания ячменя повышает коллоидную стойкость полученного из такого солода пива, уменьшает количество антоцианогенов и катехинов в солоде и пиве. Однако повышенная концентрация щелочи в замочной воде препятствует образованию и действию в ячмене важнейших групп ферментов, что впоследствии отрицательно сказывается на осветлении и стабильности пива.

Большое значение при замачивании имеет солевой состав воды, так как ионы металлов и неметаллов проникают внутрь зерна и влияют на жизнедеятельность зародыша.

Большое практическое значение имеет применение для интенсификации солодоращения микроорганизмов, вырабатывающих биологически активные вещества.

Введение отдельных ферментов или их комплексов в замочную воду позволяет активизировать процесс солодоращения ячменя, регулировать биохимические процессы, происходящие при солодоращении. Такими ферментными препаратами могут быть амилазы, протеазы, цитазы или их комплексы.

Все более широкое распространение в теории и практике солодоращения получает применение физических факторов воздействия на зерно.

Известен способ обработки зерна ионизирующим излучением, приводящий к увеличению ферментативной активности солода [3]. Недостатком способа является необходимость использования дорогостоящего оборудования и возникновение дополнительных затрат на создание защиты для работающего персонала.

Известен способ, в котором для повышения ферментативной активности солода было предложено обрабатывать замоченное зерно токами высокой частоты [3]. Недостатком способа является использование сложной и дорогостоящей аппаратуры для осуществления воздействия на замоченное зерно тока высокой частоты. Кроме того, необходимо применять специальные меры защиты обслуживающего персонала от действия тока высокой частоты, что приводит к дополнительному усложнению конструкции и увеличению ее стоимости.

Существует способ, увеличивающий активность ферментов, вызывающих гидролиз запасных веществ эндосперма, включающий пропускание через предварительно замоченное зерно постоянного электрического тока величиной от 0,001 до 1 мА [3]. Недостатком является то, что затрачивается большая полезная мощность, а это требует дополнительных энергетических затрат.

Обработка ячменя в ультразвуковом поле с применением кварцевого преобразователя при час-

тоте колебаний 800 кГц в течение 1-10 мин. способствует увеличению энергии прорастания почти в 2 раза. Ультразвук активирует окислительно-восстановительные и другие биохимические процессы, происходящие в зерне при солодоращении, что приводит к сокращению сроков приготовления солода на 25%.

Электромагнитные поля с высокой частотой (20-80 МГц) также при определенных режимах могут стимулировать рост зародыша, ускорять ферментативные процессы. Под действием электромагнитных излучений ионизируется воздух, образуются ионы кислорода, азота ингибируют дыхательные процессы в прорастающем зерне.

При обработке ячменя в электрическом поле при напряжении 12,8 кВ и времени экспозиции 10 мин. у ячменя наблюдается повышение прорастаемости на 7-10 %. Такая обработка способствует лучшему переходу в водорастворимое состояние запасных веществ эндосперма зерна, интенсивному накоплению в нем ферментов. В результате этого воздействия ферменты освобождаются из связанного состояния, наблюдается увеличение их активности, а это приводит к ускорению ростовых процессов на ранних этапах развития зародыша.

При обработке зерна γ -лучами угнетается дыхание зерна, тормозится развитие микроорганизмов, обсеменяющих зерно.

Из всех перечисленных способов интенсификации процесса солодоращения наиболее эффективны способы с применением биологически активных веществ, но эти способы не являются экологически чистыми. Солод как основное сырье для производства пива, кваса и концентратов лечебно-профилактического назначения не должен содержать нитритов, канцерогенных и токсичных веществ, радионуклидов и тяжелых металлов, пестицидов и других вредных для организма человека химических веществ [4]. Поэтому имеет смысл применять для интенсификации процесса производства солода электрофизические способы. В практическом отношении представляет интерес воздействие на ячмень переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности [5].

Наши исследования показали, что при обработке ячменя переменным неоднородным электрическим полем напряженностью 1,3 МВ/м [6] происходит увеличение амилотической активности солода в процессе солодоращения на пятые сутки в среднем на 40%, и сокращение времени солодоращения на 1-2 суток.

Исследования по определению амилотической активности солода проводились в НИАЛ БГАТУ согласно технологическому графику для получения солода из пивоваренного ячменя по методу Виндиша-Кольбаха (табл.1.)

Таблица 1.

Замачивание

Дни	Наименование производственных операций	Продолжительность
1/12 ⁰⁰	Мойка и дезинфекция зерна, снятие сплава	1ч
1/13 ⁰⁰	Набор воды и выдержка зерна под водой (желательно перемешивать зерно периодически через центральную трубку)	4ч
1/17 ⁰⁰	Спуск воды и включение автоматики орошения зерна с автоматическим отключением подачи воды и пуском вентилятора для отсоса воздуха и удаления двуокиси углерода из межзернового пространства, в т.ч. длительность циклов (операций) следующая: - орошение зерна через сегнерово колесо - отсос воздуха через толщу зерна	20ч 1-1,5ч 5-15мин
2/13 ⁰⁰	Выключение автоматики и набор воды в чан, выдержка зерна под водой	2-4ч
2/17 ⁰⁰	Спуск воды, выключение автоматики и орошение зерна с периодическим просасыванием воздуха	14ч
3/7 ⁰⁰	Выключение автоматики, набор воды в чан и выдержка зерна под водой	2ч

Проращивание

Продолжительность проращивания зерна, сут	Число ворошений в сутки	Рекомендуемая температура в солоде, °С	Примечание	
1	3/9 ⁰⁰	2	12-14	
2	4/9 ⁰⁰	2	14-15	Определение массовой доли влаги и мальтозы
3	5/9 ⁰⁰	2	15-16	Определение массовой доли влаги и мальтозы
4	6/9 ⁰⁰	2	16-17	Определение массовой доли влаги и мальтозы
5	7/9 ⁰⁰	2	15-16	Определение массовой доли влаги и мальтозы
6	8/9 ⁰⁰	2	15-16	

Эксперименты выполнены дважды с двойной повторностью. Отбирались пробы: контроль (необработанный ячмень); ячмень, обработанный неоднородным электрическим полем высокой напряженности за 20 часов до замачивания; ячмень, обработанный тем же способом перед солодоращением.

В пивоварении принято определять активность солода, величина которой дает представление о суммарной осахаривающей активности амилолитических ферментов, потому что одним из основных требований, предъявляемых к пивоваренному солоду, является его быстрая самоосахариваемость. Поэтому и о качестве свежепросожденного солода можно в достаточной степени судить по активности его амилолитических ферментов.

Сущность метода Виндиша-Кольбаха [7] по определению амилолитической активности заключается в том, что солодовой вытяжкой анализируемого солода осахаривают 2% раствор растворимого крахмала при pH 4,3 и образовавшуюся мальтозу определяют йодометрически.

Амилолитическая активность солода выражается количеством мальтозы (в г), образовавшейся из крахмала под действием ферментов 100 г солода.

Расчет амилолитической активности (в условных единицах Виндиша-Кольбаха) производят по формуле:

$$AC = \left[a - \left(\frac{b}{10} + c \right) \right] K \cdot 17,1, \quad (1)$$

где a — количество 0,1н раствора йода, связанного в основном опыте, мл;

b — количество 0,1н раствора йода, связанного солодовой вытяжкой, мл;

c — количество 0,1н раствора йода, связанного раствором крахмала, мл;

K — коэффициент, учитывающий разбавление солодовой вытяжки в опыте. При употреблении 10 г солода $K = 4$, при 20 г — $K = 2$, при 40 г — $K = 1$;

17,1 - число миллиграммов мальтозы, эквивалентное 1 мл 0,1н раствора йода.

Средние результаты за эксперименты представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Средние результаты экспериментов

№ образца	Характеристика образца	Амилолитическая активность (в условных единицах Виндиша-Кольбаха), ед./г (в пересчете на сухое вещество)			
		24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
1	Зерно* без обработки (контроль)	177,22	175,1	243,32	283,0

Продолжение таблицы 2.

№ образца	Характеристика образца	Амилолитическая активность (в условных единицах Виндиша-Кольбаха), ед./г (в пересчете на сухое вещество)			
		24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
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

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

Пример расчета для образца №1.

Влажность свежепоросшего солода – 45%, для приготовления вытяжки взято 20 г солода.

На обратное титрование избытка йода в основном опыте израсходовано 20,5 мл тиосульфата натрия, следовательно, на окисление мальтозы пошло $25 - 20,5 = 4,5$ мл ($a = 4,5$); 12,5 мл вытяжки потребовали $25 - 21,5 = 3,5$ мл 0,1н раствора йода ($b = 3,5$). Количество йода, связанного раствором крахмала, $10 - 8,7 = 1,3$ мл ($c = 1,3$):

$$AC = \left[4,5 - \left(\frac{3,5}{10} + 1,3 \right) \right] 2 \cdot 17,1 = 97,47 \text{ ед./г}$$

В пересчете на сухое вещество

$$AC = \frac{97,47 \cdot 100}{100 - 45} = 177,22 \text{ ед./г.}$$

АС светлого свежепоросшего солода 300-400, темного солода — 400-500 ед./г.

Полученные результаты графически представлены на рис. 1.

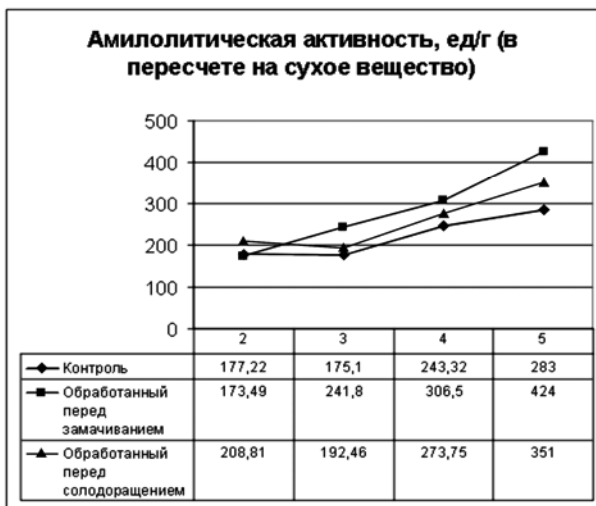


Рисунок 1. Амилолитическая активность солода в пересчете на сухое вещество

Достоверность различия при данном числе наблюдений через 96 часов после начала эксперимента определили, применив разностный метод обработки результатов [7]. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Разностный метод обработки результатов

Образцы	Контрольные	Обработанные перед замачиванием	Разность	Д	Д ²
Амилолитическая активность через 96 часов, ед/г					
1	227,22	400,55	+173,33	+32,9	1082,41
2	227,22	403,44	+176,22	+35,79	1280,92
3	328,67	443,44	+114,77	-25,66	658,44
4	351,85	449,24	+97,39	-43,04	1852,44
Σ	1134,96	1696,67	561,71	-	4874,21
М	283,74	424,17	140,43	-	-

Д - отклонение от средней разности.

Значение средней ошибки определяем по формуле:

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

где n – количество экспериментов.

Показатель существенности разности:

$$t = \frac{M}{m}$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{4874,21}{12}} = \pm 20,15;$$

$$t = \frac{140,43}{20,15} = 6,97.$$

$t_{st} = 5,841$ при вероятности возможной ошибки $P < 0,01$;

$$t > t_{st}.$$

Из полученных результатов следует, что применение неоднородного переменного электрического поля высокой напряженности для обработки ячменя достоверно ($P < 0,01$) увеличивает амилолитическую активность солода через 96 часов после солодоращения (возможность того, что вывод неправилен, меньше 1%, что является достаточным для биологического исследования).

Заключение

Обработка пивоваренного ячменя с помощью переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности увеличивает амилолитическую активность солода. Предлагаемый способ увеличивает амилолитическую активность солода на различных этапах его получения (ячмень перед замачиванием и ячмень перед солодоращением). 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. При этом содержание мальтозы в солоде, полученном из ячменя, обработанного перед солодоращением, неоднозначно привело к положительному результату. А содержание мальтозы в контрольном образце через 72 часа (243,32ед./г) не соответствует амилолитической активности светлого солода, и через 96 часов – 283ед./г тоже. Из чего можно сделать вывод, 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. Федоренко, Б.Н. Инженерия пивоваренного солода: учеб.- справ. пособие/ Б.Н. Федоренко. – СПб.: Профессия, 2004. – 248 с.

2. Хорунжина, С.В. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива: учебн. пособ. для студентов вузов/ С.В. Хорунжина.– М.: Колос, 1999. – 312 с.

3. Способ обработки семян: пат. 2174296 РФ, А01С1/00 / И.А. Потапенко, В.К. Андрейчук, А.Е. Руднев, И.С. Иващенко, Е.А. Смеляков// Бюллетень изобретений, 2001, №21.

4. Домарецкий, В.А. Технология солода и пива: учебник/ В.А. Домарецкий. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2004. – 432 с.

5. Электротехнология: учеб. пособ. для вузов/ В.А. Карасенко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 304с.: ил.

6. Пашинский, В.А. Стимулирование прорастания пивоваренного ячменя. / В.А. Пашинский, О.В. Бондарчук // Агропанорама, №6, 2008. – С. 25-28.

7. Косминский, Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков: лаборатор. практикум по техническому контролю производства/ Г.И. Косминский. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 352 с.

УДК 664.69

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 21.05.2008

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАТРИЦЫ ШНЕКОВОГО МАКАРОННОГО ПРЕССА

А.Б. Торган, ст. преподаватель, И.Е. Дацук, аспирант (УО БГАТУ)

Аннотация

Проведен анализ матриц для формования макаронных изделий и технологических особенностей процесса. Предложена новая конструкция матрицы для формования макаронных изделий, в которой взаимосвязаны геометрические параметры матрицы и формующей щели. Данная конструкция позволит повысить качество готовой продукции, уменьшить количество отходов и снизить энергоемкость процесса.

Введение

Макароны и макаронные изделия занимают важное место в культуре питания человека. Они относятся к основным продуктам питания и спрос на них достаточно стабилен.

Одна из стадий технологического процесса изготовления макаронных изделий включает формование теста путем продавливания его через отверстия (фильеры) в матрице, которые придают форму изделиям. Матрица является основным рабочим органом макаронного пресса. Ее конструкция должна обеспечивать получение изделий определенной формы, устойчивость этой формы в процессе дальнейшей обработки, высокую производительность пресса и хорошее качество продукции.

Матрица представляет собой плоский металлический диск (круглая матрица) или прямоугольную пластину (тубусная матрица) со сквозными отверстиями различного профиля.

В макаронной промышленности существуют три вида формующих отверстий макаронных матриц: отверстия с вкладышем для формования трубчатых изделий, отверстия без вкладыша для формования лапши и вермишели и щелевые отверстия для формования тестовых лент, ракушек и других видов коротких изделий. Матрицы изготавливают из антикоррозийных и прочных материалов, таких, как бронза БрАЖ9-4, латунь ЛС59-1, нержавеющая сталь 10Х18Н9Т. Вкладыши для матрицы изготавливают из того же материала, что и сами матрицы, иначе при контакте с тестом может возникнуть гальваническая пара и возникающие в ее системе слабые токи приведут к коррозии металла [1].

Одним из основных требований, предъявляемых к матрице, являются ее антиадгезионные свойства, т.е. устранение прилипания теста к формующим отверстиям. Для формующих отверстий выпускаются специальные вставки из тефлона (фторопласта), или матрицы полируют, хромируют, но последние способы менее эффективны. Однако получаемый при этом эффект не-