

УДК 663.433
МРНТИ 65.43.29

**РОЛЬ ИОНООЗОННЫХ ВЗРЫВОКАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
В ИЗМЕНЕНИИ АМИЛОЛИТИЧЕСКОЙ И ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ФЕРМЕНТОВ СОЛОДА**

**УЫТ ФЕРМЕНТТЕРІНІҢ АМИЛОЛИТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ПРОТЕОЛИТИКАЛЫҚ
БЕЛСЕНДІЛІГІНІҢ ӨЗГЕРІСІНДЕГІ ИОН-ОЗОНДЫҚ ЖАРЫЛЫС-КАВИТАЦИЯ
ҮДЕРІСТЕРІНІҢ РӨЛІ**

**THE ROLE OF IONOZONIZED EXPLOSION CAVITATIONAL
PROCESSES IN CHANGE OF THE AMYLOLYTIC AND PROTEOLYTIC ACTIVITY
OF MALT ENZYMES**

С.М. ШИНТАСОВА, М.М. МАЕМЕРОВ, Г.И. БАЙГАЗИЕВА, А.А. МОЛДАКАРИМОВ
S.M. SHINTASSOVA, M.M. MAYEMEROV, G.I. BAIGAZIYEVA, A.A. MOLDAKARIMOV

(Алматинский технологический университет)
(Алматы технологиялық университеті)
(Almaty Technological University)
E-mail: saida_atu@mail.ru

В статье показано влияние ионоозонной взрывокавитации на ферментативную активность солода и ее взаимосвязь со способностью прорастания зерна ячменя. Ранее, влияние на данные объекты и процесс солодовенного производства не изучалось. В ходе исследований установлено, что характер воздействия существенно зависит от концентрации: низкая повышает амилолитическую активность на 47,7%, а протеолитическую на 31,8%, что положительно влияет на способность прорастания, которая составляет 99,8%. Однако, при повышении дозы вносимых компонентов наблюдается снижение активности ферментов на 44,3%.

Мақалада уыттың ферментативтік белсенділігіне ион-озондық жарылыс-кавитациясының ықпалы және арпа дәнінің өсу қабілеттілігімен оның өзара байланысы көрсетілген. Бұрын бұл объектілерге ықпал және уыт өндірісінің үдерісі зерттелмеді. Біздің зерттеулер барысында ықпал сипаты шогырлануға елеулі байланысты екені анықталды: төмен шогырлану амилолитикалық белсенділікті 47,7%-ға, ал протеолитикалықты 31,8%-ға көтереді, мұның өзі 99,8% құрайтын өсу қабілеттілігіне оң ықпал етеді. Алайда, енгізілетін құрауыштардың мөлшері өскен кезде ферменттердің белсенділігінің 44,3%-ға төмендеуі байқалады.

The article shows the effect of ionozonized explosion cavitation on the enzymatic activity of malt and its relationship to the ability of germination of barley grain. Earlier, the impact on these objects and

the process of malt production was not studied. In the course of our research, it has been established that the nature of the effect depends significantly on the concentration: low increases the amylolytic activity by 47,7%, and the proteolytic activity by 31,8%, which positively affects the germination capacity, which is 99,8%. However, with an increase in the dose of the introduced components, the activity of the enzymes decreases by 44,3%.

Ключевые слова: ионоозонная взрывокавитация, ферменты, амилолитическая активность, протеолитическая активность, способность прорастания.

Негізгі сөздер: ион-озондық жарылыс кавитациясы, ферменттер, амилолитикалық белсенділігі, протеолитикалық белсенділігі, өнуге қабілеттілік.

Keywords: ionozonized explosion cavitation, enzymes, amylolytic activity, proteolytic activity, germination capacity.

Введение

Отличительная характеристика ионоозонной взрывокавитации – исключительно высокая проникающая способность. В нашей работе изучалось влияние ионоозонной взрывокавитации на амилолитическую и протеолитическую активность ферментов солода. Причиной такого выбора являлось то, что различные концентрации ионоозонной взрывокавитации предложены для применения в производстве продуктов массового потребления, (в частности, хлеба), что повышает вероятность ее присутствия в окружающей среде и попадания в технологические среды пивоварения.

В настоящее время накоплен большой объем экспериментального материала, свидетельствующего о чувствительности различных растительных организмов к воздействию электрозаряженными частицами [1].

Есть некоторые сообщения ученых из Ирана, которые демонстрировали потенциальную роль ультразвука наряду с термической обработкой на активность α -амилазы проросшего ячменя [2]. А результаты ученых из Конго показывают, что при использовании высокочастотного снижения температуры прорастания полученный солод проявляет значительно повышенную активность β -амилазы [3].

Новым направлением может стать внедрение ионоозонной взрывокавитации в производство солода с целью повышения его качества.

Следует отметить, что качество солода неотъемлемо связано с процессом прорастания семян и активностью ферментов.

Ферменты – биологические катализаторы белковой природы. Они значительно повышают скорость химических реакций, которые в отсутствие ферментов протекают очень медленно.

Действие ферментов особенно важно при солодоращении и пивоварении. Именно они

вызывают изменения при проращивании. При затирании основные процессы идут с помощью ферментов солода и, наконец, после разрушения этих ферментов при кипячении суслу с хмелем после внесения дрожжей начинают действовать новые комплексы ферментов, которые затем участвуют в сбраживании суслу [4].

При производстве пива необходимые ферментные системы для подготовки зернового сырья и перевода экстрактивных веществ в растворимое состояние на стадии затирания образуются в процессе солодоращения. Основными ферментами, образующимися в процессе солодоращения и имеющими наиболее существенное значение в технологии пивоварения, являются: амилолитические ферменты, разжижающие и осахаривающие крахмал; протеолитические ферменты, расщепляющие белки ячменя до пептидов различной молекулярной массы и свободных аминокислот [5].

Накопление ферментов происходит не только в результате перехода их в свободное состояние, но и в результате образования их в алейроновом слое и зародыше. Так, α -амилаза обнаруживается только при прорастании зерна [6]. Она достаточно хорошо изучена и анализы на α -амилазу широко используют в программах по селекции пивоваренного ячменя [7]. β -амилаза в покоящемся зерне содержится в свободной и связанной формах, при проращивании количество активной β -амилазы значительно возрастает [6].

Цель нашей работы – исследовать влияние ионоозонных взрывокавитационных процессов на амилолитическую и протеолитическую активность ферментов свежепроросшего солода, а также изучить соотношение между амилолитической активностью и способностью прорастания зерна ячменя.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были выбраны следующие:

1) ячмень пивоваренный по ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» [8];

2) светлый ячменный солод по ГОСТ 29294-92 «Солод пивоваренный ячменный. Технические условия» [9].

В процессе эксперимента применялись следующие методы исследований:

1) «Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания» ГОСТ 10968-88 [10];

2) «Препараты ферментные. Методы определения амилолитической активности» ГОСТ 20264.4-89 [11];

3) «Ферментные препараты для пищевой промышленности. Метод определения протеолитической активности» ГОСТ Р 53974-2010 [12].

Для удобства сопоставления результатов экспериментов их выражали, принимая прирост концентрации ферментативной активности в контрольном варианте за 100 %, а его величину в опытных вариантах – в процентах по отношению к этой величине.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим влияние различных режимов ионоозонной взрывокавитации на ферментативную активность солода, полученного из зерна ячменя, обработанного после замачивания, а на способность прорастания. Данные представлены в таблице 1 и на рисунках 1, 2, 3.

Таблица 1 - Показатели при обработке ионоозонной взрывокавитацией зерна ячменя после замачивания (контроль: СП – 95,2 %, АА – 230 ед/г, ПА – 23,4 мг%)

Концентрация ионозона, ед/см ³ /мг/м ³ / кавитация, ати / продолжительность обработки, мин	Способность прорастания (СП), %	Амилолитическая активность (АА), %	Протеолитическая активность (ПА), %
16,7 / 6 / 15	97	55,7	203
0,25 / 6 / 15	99	122,3	199
16,7 / 2 / 15	97,1	81,9	150,4
0,25 / 2 / 15	99,5	135,1	211,5
16,7 / 6 / 5	97,3	62,8	190,8
0,25 / 6 / 5	99	122,7	184
16,7 / 2 / 5	98,7	82,1	206,9
0,25 / 2 / 5	99,8	147,7	236

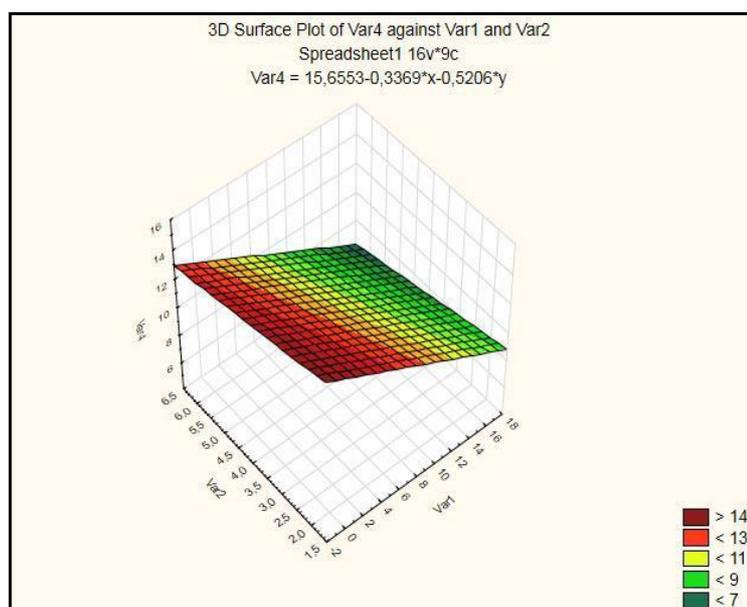


Рисунок 1 – Зависимость амилолитической активности от ионоозонной взрывокавитационной обработки зерна ячменя после замачивания

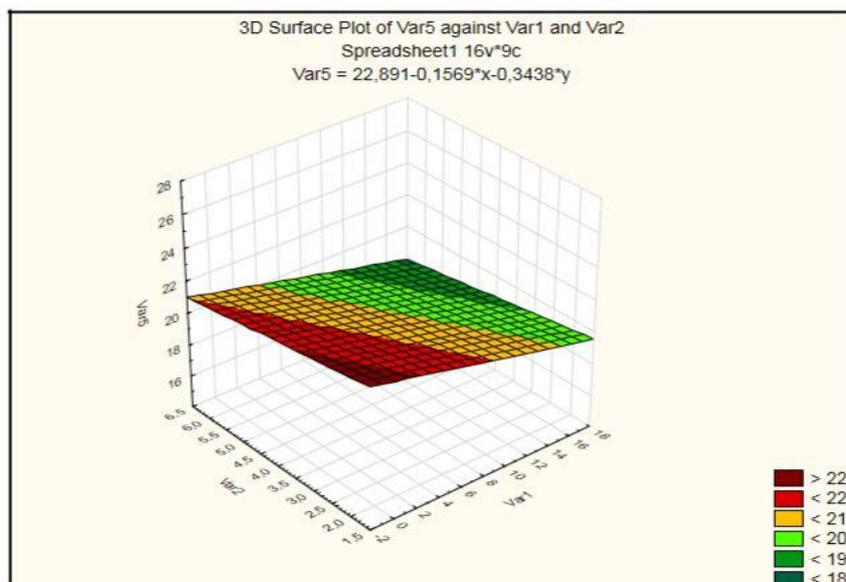


Рисунок 2 – Зависимость протеолитической активности от ионноозонной взрывокавитационной обработки зерна ячменя после замачивания

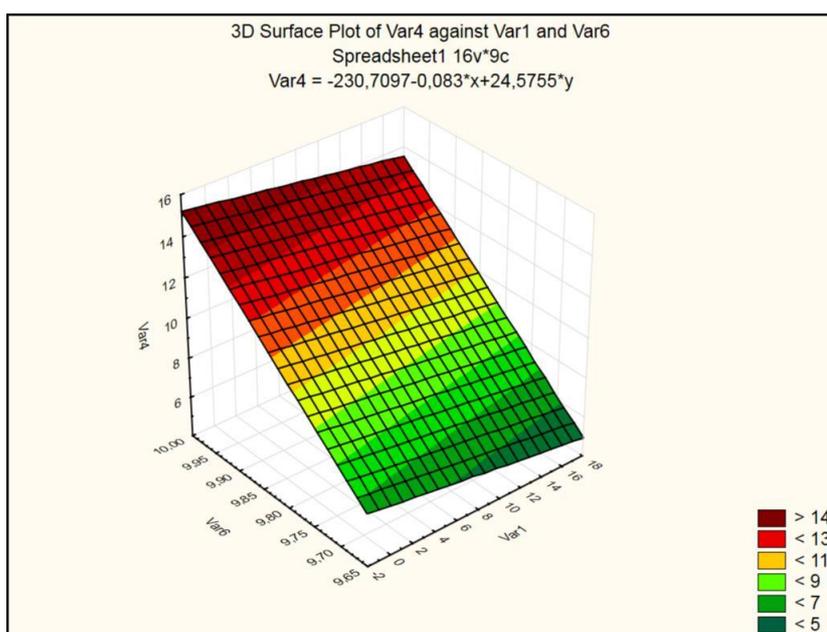


Рисунок 3 – Соотношение между амилолитической активностью и способностью прорастания обработанного зерна ячменя

Из представленных на рисунках 1, 2 данных видно, что применение ионноозонной взрывокавитации оказало положительное влияние на активность амилаз в готовом солоде. Доза концентрации $0,25 \text{ ед/см}^3/\text{мг/м}^3/2$ ати/5 мин дала наибольший эффект, по сравнению с остальными режимами обработки. Из этих данных следует, что ферментативная активность солода, полученного из обработанного ячменя, изменяется по сравнению с контролем. При этом она существенно зависит от стадии и

режима обработки. Увеличение амилолитической активности в этом варианте по отношению к контролю составило + 47,7 %. Однако, доза обработки $16,7 \text{ ед/см}^3/\text{мг/м}^3/6$ ати/15 мин показала отрицательный эффект, отклонение от контрольного образца – 44,3 %.

Режимы обработки $0,25 \text{ ед/см}^3/\text{мг/м}^3/2$ ати/15 мин и $0,25 \text{ ед/см}^3/\text{мг/м}^3/2$ ати/5 мин дали наибольший эффект по сравнению с остальными параметрами. Увеличение протеолитической активности в этих вариантах по отношению

к контрольному образцу составило + 26% и + 31,8%. При параметре обработки 0,25 ед/см³/мг/м³/6 ати/15 мин + 23,1 %, а при 16,7 ед/см³/мг/м³/2 ати/15 мин + 11,5 %.

Важно, что при низких параметрах обработки наблюдается и высокая прорастаемость ячменя – 99,8 % (рис. 3). На графике видно, что амилолитическая активность имеет прямо пропорциональную зависимость от способности прорастания, максимальные значения которой наблюдаются при параметре обработки 0,25 ед/см³/мг/м³/2 ати/5 мин.

Важно отметить, что независимо от стадии обработки зерна, можно выделить режимы, в области которых наблюдаются отчетливые максимумы активности исследованных ферментов (0,25 ед/см³/мг/м³/2 ати/5 мин; 0,25 ед/см³/мг/м³/2 ати/15 мин; 0,25 ед/см³/мг/м³/6 ати/5 мин; 0,25 ед/см³/мг/м³/6 ати/15 мин). Причем, при этих же параметрах наблюдаются максимумы способности прорастания зерна. Это само по себе достаточно очевидно для нетравмированного зерна, так как его прорастание зависит не только от количества поступившей влаги, но и от активности ферментов.

Выводы

Таким образом, повышение амилолитической и протеолитической активности при концентрациях 0,25 ед/см³/мг/м³/2 ати/5 мин и 0,25 ед/см³/мг/м³/2 ати/15 мин говорит об улучшении качества готового солода. Присутствие в таком солоде ферментов – активной α -амилазы, которая способна в ходе технологического процесса осолаживания ячменя гидролизовать крахмал до декстринов с высокой скоростью, и протеазы, способствующих расщеплению белков ячменя до пептидов и свободных аминокислот, приводит к интенсификации процесса пивоварения и обогащению конечного продукта полезными веществами.

Также следует отметить, что параметр обработки при 16,7 ед/см³/мг/м³/6 ати/15 мин затормаживает процесс прорастания зерна ячменя, не вызывая при этом повышения амилолитической активности. В то же время, обработка с концентрацией 0,25 ед/см³/мг/м³/2 ати/5 мин способствовала повышению способности прорастания. Поэтому данные режимы обработки являются предпочтительными для про-

цесса солодоращения с целью улучшения качества готового солода и пива.

В целом, можно заключить, что ионно-озонная взрывокавитация оказывает значимое влияние на ферментативную, в частности, амилолитическую и протеолитическую активность, что подтверждено экспериментально.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калье М.И. Влияние КВЧ-излучения на всхожесть семян ячменя и на активность фермента амилазы в ячменном солоде // Наука и современность. – Нижний Новгород, 2010. – С. 28-33.
2. Maryam Yaldagard, Seyed.Ali. Mortazavi and Farideh. Tabatabaie. The effect of ultrasound in combination with thermal treatment on the germinated barley's alpha-amylase activity // Kor. J. Chem. Eng. – Korea, 2008. – V. 25, № 3. – PP. 517-523.
3. Jean-Claude Tawaba Bwanganga. Effect of cold shock on the enhancement of β -amylase activity during malting and malt processability for a red sorghum intended for brewing use // J. Inst. Brew. – UK, 2015. – V. 121, № 2. – PP. 219-223.
4. Нарцисс Л. Технология солодоращения, пер. с нем. 7-го перераб. изд. Яблоковой А.С., под ред. Ермолаевой Г.А., Шаненко Е.Ф. – СПб.: Профессия, 2007. – Т. 1. – 584 с.
5. Нечаев А.П. Пищевая химия. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
6. Хозиев О.А., Хозиев А.М., Цугкиева В.Б. Технология пивоварения. – СПб., Москва, Краснодар: Лань, 2016. – 560 с.
7. Бэмфорт Ч. Новое в пивоварении, пер. с англ. Боровиковой Е.С., Горожанкиной И.С. – СПб.: Профессия, 2007. – 520 с.
8. ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия». – Введение 1988-07-01. – Москва: Издательство стандартов, 1986. – 5 с.
9. ГОСТ 29294-92 «Солод пивоваренный ячменный. Технические условия». – Введение 1993-06-1. – Москва: Издательство стандартов, 1992. – 19 с.
10. ГОСТ 10968-88 «Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания». – Введение 1988-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 3 с.
11. ГОСТ 20264.4-89 «Препараты ферментные. Методы определения амилолитической активности». – Введение 1990-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 27 с.
12. ГОСТ Р 53974-2010 «Ферментные препараты для пищевой промышленности. Метод определения протеолитической активности». – Введение 2012-01-01. – Москва: ТК 176 «Спиртовая, дрожжевая и ликероводочная продукция», М.: 2010. – 17 с.