

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛЕЙ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ В ПИВОВАРЕНИИ

*Ключевые слова:* солод, пивоварение, затирание, осахаривание, соли янтарной кислоты, амилолитические ферменты.

*В статье представлены экспериментальные данные по изучению использования солей янтарной кислоты в процессе получения пивного сусла. Установлены оптимальные концентрации сукцинатов при осахаривании, изучено их влияние на осахаривающую способность и количество прогидролизованного крахмала пивного сусла.*

*Keywords:* malt, brewing, mashing, saccharification, the succinate salt, amylolytic enzymes.

*This article presents experimental data on the use of salts of succinic acid in the preparation of wort. The optimum concentration of succinate in saccharification, their effect on the ability and the amount of saccharifying hydrolyse starch wort.*

## Введение

Основным сырьем для производства пива являются солод, хмель, вода. Влияние солода на качество пива общеизвестно [1]. Некоторые показатели (цвет, вкус, запах) являются решающими в определении типа пива, а количество экстрактивных веществ и степень расщепления белков существенно влияют на его качество. Кроме солода на качественные показатели пива влияют и технологические процессы получения сусла, в том числе процессы затирания и осахаривания. При затирании из размоленного солода и несоложенного сырья при использовании воды определенной температуры должно переходить в растворимое состояние максимальное количество веществ затертых материалов. Катализируется этот процесс теми ферментными системами, которые накопились в солоде во время солодоращения и остались в нем после сушки [2].

В качестве исследуемого материала был выбран сухой ячменный солод. В задачу исследований входило повышение амилолитической активности солода с использованием кальциевой и калиевой солей янтарной кислоты. Янтарная кислота является естественным биологически активным веществом. Это один из факторов цикла Кребса. Играет важную роль в активации обмена веществ любой живой клетки от растения до человека.

Исследовалась возможность ускорения процесса затирания и осахаривания при введении производных янтарной кислоты в затор. Предполагалось, что сукцинаты стимулируют действие амилолитических ферментов ячменного солода и интенсифицируют процесс осахаривания.

Анализ литературных и патентных публикаций показал, что ранее янтарная кислота не использовалась как стимулятор для ускорения процесса осахаривания. Поэтому представляло интерес изучить действие данной пищевой добавки на ферменты ячменного солода.

Стимулирующее действие янтарной кислоты и ее солей на ферменты выражается в способности ферментов снижать энергетические барьеры катализируемых ими реакций и связано с уменьшением числа внутримолекулярных водородных связей, обуславливающих жесткую структуру фермента [3]. Образующиеся связи между карбоксилатами сукцината и имидными группами пептидных цепей

ферментов более прочные, чем водородная связь между  $-CO$  группами одной пептидной цепи и  $-NH$  группами второй пептидной цепи. Благодаря этому и происходит стимулирующее действие янтарной кислоты и ее производных. Связи внутри молекулы фермента исчезают, а образующиеся ковалентные связи между стимулятором и ферментом в 10 раз сильнее внутримолекулярных связей. В результате появляется возможность свободных колебательных движений, имидная группа пептидной цепи может отделиться от сложной молекулы белка, получить новые степени свободы и подняться на более высокую энергетическую ступень.

## Экспериментальная часть

При проведении эксперимента были изучены следующие концентрации сукцинатов калия и кальция:  $10^{-3}$ ,  $2 \times 10^{-3}$ ,  $3 \times 10^{-3}$ ,  $4 \times 10^{-3}$  моль/л реакционного раствора. В результате эксперимента было установлено, что сукцинаты калия, кальция оказывают в равной степени стимулирующее действие на процесс осахаривания. Наиболее эффективной является концентрация стимулятора  $2 \times 10^{-3}$  моль/л. Установлено, что на протекание процесса осахаривания также оказывает влияние pH среды. При повышенных значениях pH реакционной среды уменьшается действие амилолитических ферментов. Оптимум действия  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы лежит в интервале pH 4,6-5,6.

Изучение влияния солей янтарной кислоты на количество прогидролизованного крахмала и осахаривающей способности ячменного солода при введении стимулятора по сравнению с контрольным солодом представлено в таблицах 1, 2.

**Таблица 1 - Изменение количества прогидролизованного крахмала при введении концентраций стимуляторов по сравнению с контрольным солодом (%)**

Исследуемая добавка	Концентрация стимуляторов, моль/л			
	$10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-3}$
Сукцинат калия (4,9-5,6 pH)	7%	12%	9%	8%
Сукцинат калия (pH 4,8-4,9)	8%	11,5%	8%	7,5%
Сукцинат кальция (pH 4,8-4,9)	7%	12%	9%	9,5%

**Таблица 2 - Изменение осаживающей способности ячменного солода при введении различных концентраций стимуляторов по сравнению с контрольным солодом (%)**

Исследуемая добавка	Концентрация стимуляторов, моль/л			
	$10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-3}$
Сукцинат калия (4,9-5,6рН)	7%	12%	9,2%	8,2%
Сукцинат калия (рН 4,8-4,9)	8%	12%	8%	7,5%
Сукцинат кальция (рН 4,8-4,9)	8%	12%	9,5%	9,7%

Из приведенных данных можно сделать вывод, что в присутствии сукцинатов калия и кальция, при их концентрации в реакционном растворе  $2 \times 10^{-3}$  моль/л, амилитическая активность солода и количество прогидролизованного крахмала увеличиваются на 12 %.

Различные виды крахмала имеют разную температуру клейстеризации. Интервал температуры клейстеризации тем шире, чем разнороднее по размеру крахмальные зерна. Повышение относительно содержания амилопектина приводит к снижению температуры клейстеризации. А в пределах температурной зоны клейстеризации основная масса крахмальных гранул переходит в состояние геля, но часть крахмала, локализованная в центре гранул, остается незатронутой. Для полного вскрытия гранул необходимо нагревание при температуре до 120°C. Частичный гидролиз крахмала в процессе клейстеризации позволяет снизить этот предел за счет облегченной дегградации гранулы [6].

Монокисление янтарной кислоты - наиболее энергетический процесс в митохондриях, представляется более вероятным, что экзогенный сукцинат в отличие от эндогенного действует не только и не

столько в качестве энергетического субстрата, а выполняет роль физиологически активного вещества, вовлекающего в ответную реакцию плазмалемму клетки [3].

В результате проведенных исследований можно утверждать, что использование янтарной кислоты и ее производных в процессе пивоварения будет положительно сказываться на конечном результате и это позволит интенсифицировать процесс осаживания, и весь процесс получения пива в целом.

### Литература

1. Мальцев П.М технология броидильных производств. - М.: Пищпром-издат, 1960, -522с.
2. Главачек Ф., Лхотцкий А. Пивоварение. - М.: Пищевая пром-сть, 1977, -623с.
3. Терапевтические основы действия янтарной кислоты // Под редакцией Кондрашовой М.Н. - М.: Пушкино, 1976, -226с.
4. Лхотцкий А. Ферменты в пивоварении. - М.: Пищевая пром-сть, 1975
5. Балашов В.Е. Рудольф В. Техника и технология производства пива и безалкогольных напитков. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981, -248с.
6. Никитина Е.В., Романова Н.К. Янтарная кислота и ее соли как индивидуальные антиоксиданты и генопротекторы. // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2010. - № 10. - С 375-381.
7. Кислюхина О., Кюндулас И. Биотехнологические основы переработки растительного сырья. - Каунас.: Технология, 19973, -183с.
8. Технологическая инструкция по производству солода и пива. ТИ-18-6-47-85, - М., 1985, -120с.
9. Ферман Г.И., Шойхет М.И. Технология продуктов брожения. Учебное пособие для техникумов. - М.: Высшая школа, 1976, -217с.
10. Лифшиц д.Б. Применение ферментных препаратов в производстве пива за рубежом. - М: ИНИИТЭИПищпром, 1974, -24с.