

**Лазарева Ирина Валерьевна, н.с., к.т.н.,  
Харламова Лариса Николаевна, к.т.н.,  
Крикунова Людмила Николаевна, в.н.с., д.т.н., проф.**  
ВНИИПБиВП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова»  
РАН, г. Москва

## **НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ В БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

*Аннотация. В статье на основании обзора литературных данных показаны возможности использования янтарной кислоты и ее производных при производстве кваса, безалкогольных напитков, пива и др. Определены пути эффективного применения янтарной кислоты и ее солей в бродильных производствах.*

*Ключевые слова: янтарная кислота, сукцинаты, ферменты, дрожжи, активация.*

**Lazareva Irina Valeryevna, Researcher, Candidate of Technical Science,  
Kharlamova Larisa Nikolaevna, Candidate of Technical Science,  
Krikunova Lyudmila Nikolaevna, Leading Researcher, Doctor of Technical  
Science, Professor**

All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

## **SUCCINIC ACID USE DIRECTIONS IN FERMENTATION INDUSTRY**

*Annotation. In the article, based on literary data review, shown possibilities of using succinic acid and its derivatives in kvass, non-alcoholic drinks, beer production, etc. Determined ways of effective succinic acid and its salts use in fermentation industries.*

*Key words: succinic acid, succinates, enzymes, yeast, activation.*

В современном производстве напитков, особенно получаемых в результате сбраживания, одной из приоритетных задач является сокращение длительности производственного процесса без ущерба для качества готовой продукции. Для интенсификации брожения используют физические и химические способы активации дрожжей, применяют высокоактивные расы дрожжей, а также различные биологически активные вещества. Одним из таких веществ является янтарная кислота - двухосновная предельная карбоновая кислота, представляющая собой кристаллы белого цвета, растворимые в воде или спирте. В настоящее время в промышленности янтарную кислоту получают путем гидрирования малеинового ангидрида, окисления 1,4 бутандиол или карбонилированная из этиленгликоля.

Янтарная кислота содержится в природе во многих растениях: алоэ, сахарной свекле, боярышнике, горькой полыни и других. Она является естественным веществом, вырабатываемым в живых клетках. Янтарная кислота участвует в дыхании клеток. Способствуя выработке аденозинтрифосфата (АТФ), она обеспечивает энергообмен на клеточном уровне и считается основным энергоносителем всего живого.

Янтарная кислота и ее соли нашли широкое применение в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки, подкислителя и консерванта. В сельском хозяйстве янтарную кислоту применяют для повышения урожайности культур и улучшения качества семян [1,2].

Янтарную кислоту при производстве квасов используют для интенсификации процесса накопления дрожжевой биомассы и ускорения сбраживания суслу. Рекомендуются добавлять ее на стадии разведения чистой культуры в количестве 10 мг/100 мл суслу [3].

При производстве безалкогольных напитков (морсов) использование янтарной кислоты позволяет ускорить процесс экстрагирования и повысить выход экстракта. Внесение янтарной кислоты в соки и диетические напитки, повышает их биологическую ценность. Ее антиокислительные свойства способствуют сохранению в них витаминов [4].

В пивоварении янтарную кислоту и ее соли используют на стадиях солодоращения, получения и сбраживания суслу. Внесение данной добавки даже в небольших количествах приводит к усилению углеводного и белкового обмена зерна и повышает его ферментативную активность. Так при внесении янтарной кислоты 20 г/т, увеличивается активность конечной декстриназы на 24,5% и  $\alpha$ -амилазы на 19,7%. Солод, полученный из зерна с использованием янтарной кислоты, отличается высоким качеством, а длительность солодоращения сокращается на 1,5 суток [5].

Проводились исследования по использованию сукцината калия и сукцината кальция на стадии получения суслу. Внесение солей янтарной кислоты на стадии затирания способствовало активации амилолитических ферментов солода, сокращению времени осахаривания и увеличению количества прогидролизованного крахмала [5].

Кроме этого, в пивоварении янтарную кислоту используют для активации дрожжей и сокращения срока сбраживания. Проводились исследования по влиянию янтарной кислоты на пивоваренные дрожжи и длительность сбраживания плотного суслу [6]. Так, при внесении янтарной кислоты в суслу в количестве 5,0; 10,0; 20,0; 50,0 и 100 мг на 100 см<sup>3</sup> наблюдалось повышение бродильной активности дрожжей. Наибольший эффект был отмечен при концентрации кислоты 5,0 и 10,0 мг и составил 6,5% и 8,0% соответственно. Из таблицы 1 видно, что максимальное накопление биомассы дрожжей было получено при концентрации кислоты 10,0 и 20,0 мг.

В работе изучалось влияние янтарной кислоты в количестве 10,0 и 20,0 мг, внесенной на разных стадиях брожения, на сбраживание суслу плотностью 16,0%. Добавление препарата на стадии культивирования дрожжей повышало видимую степень сбраживания плотного суслу.

Таблица 1 – Изменение накопления биомассы дрожжей в зависимости от количества внесенной янтарной кислоты

Количество янтарной кислоты, мг/100см <sup>3</sup> сусла	0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Увеличение биомассы по отношению к контролю, %	100,0	124,73	147,20	132,31	120,37	112,85

В сусле с высоким содержанием сухих веществ стрессовым фактором для дрожжей является высокое содержание спирта. Обеспечить спиртоустойчивость дрожжей можно увеличив синтез стерина и жирных кислот в клетках. Помимо аэрации это возможно с помощью янтарной кислоты. Внесение ее на стадии культивирования способствовало увеличению содержания стерина в клетках [7]. Таким образом, в пивоварении возможно использование янтарной кислоты на разных стадиях производственного процесса.

В спиртовой промышленности использование янтарной кислоты не менее актуально, чем в пивоварении. Отечественными специалистами разработана высокоэффективная технология этанола из ржи с использованием янтарной кислоты [7]. В работе определено влияние препарата на активность эндогенных и микробных амилаз. Янтарную кислоту вносили в количестве 0,005-0,010% в стандартный субстрат – 1% раствор крахмала (вариант 1) и в зерновую вытяжку (вариант 2). Из данных, приведенных в таблице 2, видно увеличение амилазной активности зерна ржи в 1,5-2,0 раза в опытных образцах.

Таблица 2 – Влияние концентрации янтарной кислоты на активность зерновых амилаз ржи

Сырье	АС сырья, ед./г				
	Внесение янтарной кислоты в субстрат, %				
	Контроль	0,005	0,010	0,050	0,100
Исходное зерно	3,03	3,57	5,34	2,41	1,80
Шелушенное зерно	2,90	4,65	5,42	2,77	1,68
Сырье	Внесение янтарной кислоты в зерновую вытяжку, %				
Исходное зерно	3,03	3,27	5,50	2,75	2,57
Шелушенное зерно	2,90	4,31	5,75	2,91	2,04

Внесение янтарной кислоты положительно влияло на морфологию спиртовых дрожжей. Так же было отмечено, что в процессе сбраживания сусла, содержащего 0,10% янтарной кислотой, снижение pH и повышение титруемой кислотности было менее значительным по сравнению с контролем. Данный факт положителен для спиртовой отрасли, так как сверхнормативное повышение кислотности на стадии сбраживания сусла говорит об ухудшении микробиологической чистоты, что приводит к снижению выхода спирта и ухудшению его качества. Определено, что использование янтарной кислоты увеличивает выход спирта и снижает общее содержание летучих компонентов, в частности фенилэтилового спирта на 66-76%, а это в свою очередь улучшает его качество [8].

Проведенный обзор литературных данных показал целесообразность и эффективность применения янтарной кислоты и ее солей в ряде отраслей пищевой

промышленности в качестве естественного природного компонента для сокращения производственного процесса и повышения качества готовых продуктов.

#### Список литературы

1. Петрова, О.А. Применение янтарной кислоты в полевых условиях как стимулятора роста и развития овса / О.А. Петрова, Г.В. Песцов, М.Б. Никишина и др. // Сборник трудов конференции «Университет XXI века: Научное измерение». – Тула. – 05-08 апреля 2011. – стр. 234-237
2. Кононенко, Л.А. Влияние производных янтарной кислоты на продуктивность озимой пшеницы / Л.А. Кононенко, В.И. Мельников, П.В. Скотников и др. // Зерновое хозяйство России. – 2010. – №3(9). – стр. 9-12
3. Гребенников, В.А. Совершенствование технологии кваса повышенной стабильности: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.07 / Гребенников В.А. - М., - 2004. – 28с.
4. Дымшевский, В.В. Совершенствование технологии соков и столовых вин с применением янтарной кислоты: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.07 / Дымшевский В.В. - М., - 1999. – 20с.
5. Бакшаева, М.О. Использование солей янтарной кислоты в пивоварении / М.О. Бакшаева, Н.К. Романова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Том №17. – № 2. – стр. 217-218
6. Киселева, И.В. Разработка интенсивной технологии сбраживания плотного суслу при получении пива специального: дис... канд. техн. наук: 05.18.07 / Киселева И.В. - М., - 2006. – 169с.
7. Крикунова, Л.Н. Способ производства этилового спирта из зернового сырья / Л.Н. Крикунова, С.М. Рябова, М.В. Гернет, И.В. Лазарева // Заявка на Патент РФ № 2013127802 от 19.06.2013г.
8. Рябова, С.М. Влияние янтарной кислоты на активность эндогенных и микробных амилаз / С.М. Рябова, Л.Н. Крикунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 12. – стр. 7-11