

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ НА КУЛЬТИВИРОВАНИЕ И СБРАЖИВАНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СУСЛА

Мудрак Т.Е., Куц А.М., Кириленко Р.Г., Ковальчук С.С.

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

Для сбраживания сусла высоких концентраций большое значение имеет физиолого-биохимическая активность дрожжей. Их физиологическое состояние влияет на биоконверсию углеводов сусла, накопление этилового спирта, количественный и качественный состав летучих и нелетучих примесей бражки. Одним из основных факторов, которые определяют физиологическое состояние дрожжей является состав сусла, в котором должны находиться в достаточном количестве сбраживаемые углеводы, азотные и минеральные вещества [1,2].

Повышение температуры сбраживания и осмотического давления среды ведет к созданию экстремальных условий для жизнедеятельности дрожжей. Это может привести к снижению бродильной активности и скорости размножения у дрожжей, что, в свою очередь, может привести к нестабильной работе бродильного отделения. Поэтому перспективным направлением научных исследований является поиск путей поддержания стабильности процессов метаболизма дрожжей и повышения их бродильной активности.

Важная роль в питании дрожжей, кроме углерода и азота, принадлежит минеральному питанию, которое представлено макро- и микроэлементами. Несмотря на малое содержание микроэлементов в клетке роль их в жизнедеятельности исключительно высока. Влияние макро- и микроэлементов на физиологические процессы объясняется тем, что они входят в состав аксессуарных веществ: дыхательных ферментов, витаминов, гормонов, ферментов, которые участвуют в регуляции процессов жизнедеятельности. К основным минеральным компонентам, необходимым для роста и размножения дрожжей относятся: азот, фосфор, калий, сера, магний [1,2].

Особенностью микроэлементов является их способность вступать в соединения с такими органическими веществами, как белки, пептиды, аминокислоты, органические кислоты, сахара, витамины. Особая роль принадлежит связям металлов с ферментами и витаминами. Присутствие определенных микроэлементов в составе этих комплексов повышает их биологическую активность. Практически все микроэлементы являются активаторами ферментов и одновременно составной частью их молекул [3].

Установлено, что микроэлементы играют важную роль в биосинтезе белка в рибосомах. Микроэлементы участвуют в стабилизации рибонуклеиновых кислот. От концентрации магния зависит скорость протекания реакций в цикле Кребса. Он, также, как и железо, является важным микроэлементом, необходимым для дыхания и почкования дрожжей. Цинк влияет на синтез белка и интенсивность брожения, которая при недостаточном количестве его снижается [4].

Магний является главным компонентом митохондрий. Он активизирует сбраживание вязкого сусла, а также влияет на активность практически всех ферментов клетки, ответственных энергетический обмен, и, так же, как и цинк, не может быть заменен другими ионами. Защищает клетку от температурного и осмотического стресса.

Известно, что важным условием эффективной транспортировки глюкозы и аминокислот в дрожжевую клетку является наличие на внутренней поверхности клеточной мембраны ионов магния.

Целью работы являлось исследование влияния цитратов металлов и их концентрации на процессы дрожжегенерирования и биоконверсии углеводов сусла высокой концентрации, полеченного из крахмалосодержащего сырья.

В работе культивирование и сбраживание проводили на сусле из кукурузы концентрацией 26 % сухих веществ. В исследованиях использовали цитраты марганца, железа, ме-

ди, цинка, молибдена, магния при концентрациях 15, 35, 50 мкг/см<sup>3</sup>, которые вносили на стадии термоферментативной обработки и сбраживания. Сусло сбраживали осмофильным штаммом дрожжей *S. cerevisiae* DO-16. Посевные дрожжи вносили в количестве 10 млн кл./см<sup>3</sup> при дрожжегенерировании и 30 млн кл./см<sup>3</sup> при сбраживании.

На основе экспериментальных исследований установлено, что самая высокая генеративная способность дрожжей наблюдалась в образцах с цитратами цинка и магния, и в композиции всех исследуемых металлов при концентрации 35 мкг/см<sup>3</sup> и составила соответственно 302-380 млн кл./см<sup>3</sup>, что в 1,2-2 выше по сравнению с контролем (рис.1). Это может быть связано со способностью цинка активировать ферменты углеводного обмена, улучшать проницаемость мембран и стабилизировать клеточные компоненты.

Повышение концентрации цинка и магния до 50 мкг/см<sup>3</sup> приводило к снижению синтеза биомассы на 40 %.

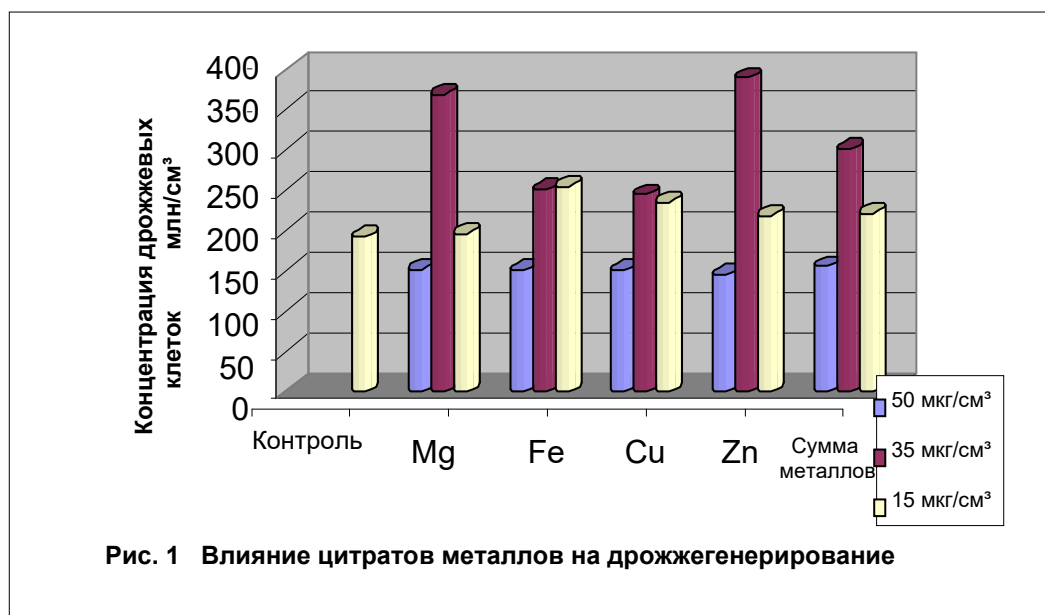


Рис. 1 Влияние цитратов металлов на дрожжегенерирование

Использование этих металлов на стадии сбраживания независимо от стадии внесения их в сусло обеспечило лучшие химико-технологические показатели бражки по сравнению с контрольным образцом. При этом количество синтезированного спирта в бражке выросло на 0,9-1,5 %. Подтверждением этого является снижение содержания в бражке нерастворенного крахмала на 10-35 % и сбраживаемых углеводов на 12-25 % по сравнению с контролем.

Таким образом, экспериментально подтверждено положительное влияние цитратов металлов на дрожжегенерирование, а также в процессе биоконверсии углеводов сусла в этиловый спирт. Установлено, что наибольшее положительное влияние на биосинтетические свойства дрожжей имели магний и цинк. При их использовании синтез дрожжевых клеток возрастал в среднем в 1,2-2 раза в сравнении с контролем, а содержание спирта — на 0,9-1,5 %. Рекомендуемая концентрация цитратов металлов составляет 35 мкг/см<sup>3</sup>.

#### Список литературы

1. Исламмагомедова, Э.А. Влияние условий культивирования на содержание минеральных веществ и некоторые биотехнологические свойства дрожжей Y-503 / Э.А. Исламмагомедова, Э.А. Халилова, С.Ц. Котенко, С.А. Магадова // Хранение и переработка сельхозсырья . — 2010. — №10. — С. 48-50.
2. Халилова, Э.А., Исламмагомедова Э.А., Котенко С.Ц. Элементарный состав штамма *S. cerevisiae* Y-503, культивируемого на различных питательных средах / Э.А. Халилова, Э.А. Исламмагомедова, С.Ц. Котенко // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2011. — № 4. — С. 19-20.

3. Олийничук, С.Т. Влияние ионов металлов на активность концентрированных ферментных препаратов / С.Т. Олийничук, Л.В. Ткаченко, Н.В. Процан, С.В. Козаченко// Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2006. — № 2. — С. 80-86.
4. Федюшкина, И. Л. Интенсификация процессов сбраживания сусла путем активации спиртовых дрожжей [Текст] : автореф. дис.. канд. техн. наук : 05.18.07 / И. Л. Федюшкина. — Кемерово, 2005. — 16 с.: ил. — Библиограф.: с. 16.