

УДК 663.86; 634.86

Исследование процесса ферментации виноградного сока бактериями рода *Glucanobacter oxydans*

Снетков А.Д. (ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО») **Научный руководитель – к.т.н., доцент Смотраева И.В.** (ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Введение.

Бактерии рода *Glucanobacter oxydans* относятся к уксуснокислым бактериям и широко используются в биотехнологии благодаря способности осуществлять неполное окисление углеводов и многоатомных спиртов с накоплением продуктов окисления. Их метаболизм характеризуется преобладанием периплазматических дегидрогеназ, связанных с дыхательной цепью, что обеспечивает высокую скорость окисления субстрата при сравнительно низком приросте биомассы. В условиях ферментации виноградного сока *G. oxydans* способны окислять содержащиеся сахара и продукты деятельности дрожжей, формируя органические кислоты, прежде всего глюконовую, а также уксусную, что влияет на функциональные характеристики и органолептические свойства получаемого продукта.

Основная часть.

Цель работы – исследование процесса и оценка потенциала ферментации виноградного сока бактериями рода *Glucanobacter oxydans*.

Научный интерес к процессу ферментации виноградного сока бактериями *G. oxydans* обусловлен возможностью целенаправленной модификации кислотно-метаболического профиля напитков и уксусных продуктов. Изучение влияния параметров среды (температура, аэрация, начальная концентрация сахаров, содержание этанола, pH) на рост и метаболизм *G. oxydans* в виноградном соке позволяет оптимизировать образование глюконовой и уксусной кислот, минимизируя при этом риск развития нежелательных побочных метаболитов и органолептических дефектов. Кроме того, понимание взаимодействия *G. oxydans* с дрожжами и другими представителями микробиоценоза виноградного сула является важным для разработки биотехнологических схем управляемой ферментации, обеспечивающих получение стабильных по качеству напитков и функциональных уксусных продуктов с заданными органолептическими и биохимическими характеристиками.[1]

В условиях ферментации виноградного сока ключевым процессом является окисление глюкозы до глюконовой кислоты периплазматической мембрансвязанной глюкозодегидрогеназой *G. oxydans*, функционирующей как элемент дыхательной цепи. Установлено, что у *G. oxydans* данный ферментный комплекс демонстрирует высокую устойчивость к ряду ингибиторных соединений и сохраняет активность в стрессовых условиях, что обеспечивает стабильную продуктивность по глюконовой кислоте при варьирующихся параметрах среды. В контексте виноградного сока это позволяет бактериям эффективно перерабатывать сахара даже при накоплении органических кислот и побочных метаболитов дрожжей, увеличивая титруемую кислотность и потенциально улучшая микробиологическую стабильность продукта за счёт снижения pH.[2]

Дополнительным направлением изучения ферментации виноградного сока *G. oxydans* является их роль в производстве уксусных напитков и виноградных уксусов. Уксуснокислые бактерии, включая *Gluconobacter*, участвуют во второй стадии традиционного процесса получения уксуса, осуществляя окисление этанола до уксусной кислоты и сопутствующих кислот, в том числе глюконовой. Показано, что *G. oxydans*, в отличие от типичных представителей рода *Acetobacter*, обладает выраженной способностью к окислению сахаров при сравнительно меньшей способности к дальнейшему полному окислению уксусной кислоты до углекислого газа и воды. Это делает данный вид перспективным объектом для получения продуктов с повышенным содержанием глюконовой кислоты и смягчённым вкусом по сравнению с традиционными столовыми уксусами.[3]

Выводы.

Проведённый анализ показывает, что ферментация виноградного сока бактериями рода *Gluconobacter oxydans* имеет значимый потенциал для управляемого формирования кислотно-метаболического профиля напитков и уксусных продуктов. За счёт окисления сахаров с образованием глюконовой и уксусной кислот данные микроорганизмы способны заметно влиять на кислотность, вкусовые характеристики и микробиологическую стабильность среды. Изучение влияния параметров культивирования и взаимодействия *G. oxydans* с дрожжами создаёт основу для разработки биотехнологических схем целенаправленной ферментации виноградного сока, позволяющих получать продукты с прогнозируемыми органолептическими и функциональными свойствами.

Список используемых источников:

1. Zhou, Pingping et al. "Unique glucose oxidation catalysis of *Gluconobacter oxydans* constitutes an efficient cellulosic gluconic acid fermentation free of inhibitory compounds disturbance." *Biotechnology and bioengineering* vol. 116,9 (2019): 2191-2199. doi:10.1002/bit.27020

2. Saelee N, Cheong LZ, Chaijan M. Optimized Acetic Acid Production by Mixed Culture of *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5279 and *Gluconobacter oxydans* TBRC 4013 for Mangosteen Vinegar Fermentation Using Taguchi Design and Its Physicochemical Properties. *Foods*. 2023 Aug 29;12(17):3256. doi: 10.3390/foods12173256. PMID: 37685189; PMCID: PMC10487089.

3. Román-Camacho JJ, García-García I, Santos-Dueñas IM, García-Martínez T, Mauricio JC. Latest Trends in Industrial Vinegar Production and the Role of Acetic Acid Bacteria: Classification, Metabolism, and Applications-A Comprehensive Review. *Foods*. 2023 Oct 9;12(19):3705. doi: 10.3390/foods12193705. PMID: 37835358; PMCID: PMC10572879.