

Выживание *Enterococcus faecium* M3185, иммобилизованного в силанольно-гуматный гель, при различных значениях водородного показателя

Научный руководитель – Николаев Юрий Александрович

Коротков Н.А.¹, Галуза О.А.²

1 - Московский политехнический университет, Москва, Россия, *E-mail: nkorotkov2002@gmail.com*; 2 - Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН», Москва, Россия, *E-mail: olesya_galuza@mail.ru*

Молочнокислые бактерии (МКБ) являются важной частью микробиома человека и широко применяются в различных отраслях промышленности, включая производство кисломолочных продуктов и биопрепаратов [1].

Важной задачей в использовании МКБ является поддержание их высокой жизнеспособности при хранении, так как от этого напрямую зависит пробиотический эффект продуктов и срок их хранения [2]. Одним из перспективных методов продления жизнеспособности МКБ является иммобилизация в силанольно-гуматные гели (СГГ), которая демонстрирует высокую эффективность, особенно в условиях стрессовых факторов таких как интенсивное освещение, доступ кислорода воздуха [3, 5]. Целью работы было изучение влияния СГГ на выживаемость МКБ при различных значениях pH.

Объект исследования – молочнокислая бактерия *Enterococcus faecium* M3185. Культуру выращивали в жидкой среде LB, после чего клетки, достигшие стационарной фазы роста, переносили в СГГ согласно ранее описанному методу [4]. В качестве контроля использовали клетки, выращенные в жидкой среде LB. Жизнеспособность бактерий определяли по количеству жизнеспособных клеток, выраженному в колониеобразующих единицах (КОЕ/мл). Для этого проводили высев аликвот десятичных разведений культуры на LB-агар, с последующим подсчётом образовавшихся колоний.

Был выбран диапазон pH от 5,5 до 9,5, при этом выживаемость клеток регистрировали на тридцатые сутки. Результаты, представленные в таблице.

В контрольной группе жизнеспособность клеток зависела исключительно от уровня кислотности среды, выживаемость варьировала от 1,5% до 4,25% в диапазоне pH 6–8,5. При pH 9–9,5 выживало не более 1,8%.

Защитный эффект СГГ проявляется при различных уровнях pH, однако наиболее значительная доля жизнеспособных клеток наблюдается при pH 6–8 (выживаемость составляла 80-60%).

Количество клеток в среде с СГГ было существенно выше. При pH 5,5 количество клеток в среде с СГГ было выше в 12 раз, при pH 6 в 54 раза по сравнению с контрольной группой. При нейтральных и слабощелочных значениях pH 6,5–8,5 использование СГГ обеспечивало увеличение числа клеток в 13-18 раз. При значениях pH 9,0–9,5 число клеток превышало контрольные показатели в 255 и 378 раз соответственно.

Продemonстрированные стрессопротекторные свойства СГГ, проявляющиеся при различных значениях pH, имеют важное значение для оптимизации хранения и применения биопрепаратов на основе молочнокислых бактерий, где поддержание подходящей кислотности среды способствует сохранению их активности и жизнеспособности.

Источники и литература

- 1) Ефременко Е.Н. Иммобилизованные клетки: биокатализаторы и процессы: монография // М.: РИОР, 2018, С. 523.

- 2) Кучеренко И. В., Масежная Е. С., Дуганова А. Ю. Сохранение жизнеспособности и свойств коллекционных культур молочнокислых бактерий при длительном хранении // Сыроделие и маслоделие. 2023, №. 4, С. 92-97.
- 3) Николаев Ю. А. и др. Новые биоккомпозитные материалы, включающие углеводородокисляющие микроорганизмы, и их потенциал для деградации нефтепродуктов // Микробиология. 2021, Т. 90, №. 6, С. 692-705.
- 4) Galuza, O. A. et al. Long-Term Survival of Bacteria in Gels // Microbiology. 2023, Vol. 93, №. Suppl 1, P. S17-S21.
- 5) Galuza, O. A. et al. New Approaches to Development of Biopreparations of Lactic Acid Bacteria // Microbiology. 2024, Vol. 93, №. Suppl 1, P. S111-S116.

Иллюстрации

Условие хранения	Доля жизнеспособных клеток в контрольном образце	Доля жизнеспособных клеток в СГГ	Повышение доли жизнеспособных клеток, иммобилизованных в СГГ, относительно контроля
pH 5,5	2,30%	28,10%	12
pH 6	1,50%	80,92%	54
pH 6,5	3,70%	58,31%	16
pH 7	4,18%	72,46%	17
pH 7,5	4,18%	60,63%	14
pH 8	3,38%	61,69%	18
pH 8,5	4,25%	55,99%	13
pH 9	0,18%	46,27%	255
pH 9,5	0,12%	46,27%	378

Рис. : Таблица. Выживаемость культуры *Enterococcus faecium* M3185 через 1 месяц хранения в СГГ при различных значениях pH (в процентах относительно контрольной культуры, хранившейся в жидкой культуре без помещения в СГГ)