

Влияние концентрации полимерообразователя на защитные свойства силанольно-гуматного геля при иммобилизации молочнокислых бактерий

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*

Широкое применение молочнокислых бактерий (МКБ) в создании биопрепаратов и сельскохозяйственных нужд обуславливает необходимость поиска новых методов поддержания их в жизнеспособном состоянии [1]. В качестве перспективного инструмента консервации рассматривается включение клеток бактерий в защитные полимерные матрицы, в частности, в силанольно-гуматные гели (СГГ) [3-5]. Функциональные параметры таких биоконструктов напрямую коррелируют с концентрацией полимерообразователя, определяющей морфологию и пористость материала, что напрямую может влиять на состояние иммобилизованных клеток в этих гелях [2].

Целью исследования являлось определение влияния концентрации полимерообразователя в геле на жизнеспособность иммобилизованных клеток молочнокислых бактерий при длительном хранении.

Объектом исследования был штамм *Enterococcus faecium* М3185. Клетки выращивали в среде LB до стационарной фазы и иммобилизовали в СГГ с различным содержанием (3-аминопропил)триэтоксисилана (АПТЭС) согласно ранее описанному методу [4]. Было подготовлено 6 вариантов гелей с объемной концентрацией АПТЭС в геле от 0,896% до 3,509%. Жизнеспособность оценивали высевом десятичных разведений на агаризованную среду LB с подсчетом КОЕ на 1-е и 30-е сутки эксперимента. Контролем служила глубинная культура в среде LB.

Анализ выявил прямую зависимость между концентрацией АПТЭС и жизнеспособностью иммобилизованных клеток. В контрольной группе выживаемость составила не более 4,3%. Использование СГГ обеспечило значительный протекторный эффект во всем исследованном диапазоне. Установлено, что при минимальных концентрациях АПТЭС (0,896–1,449% об.) формируется недостаточно стабильная матрица, что ограничивает защитные свойства геля. Оптимальные показатели жизнеспособности зафиксированы при содержании АПТЭС в диапазоне 2,532–3,034% об: в данных образцах количество жизнеспособных клеток на порядок превышало показатели контроля. Дальнейшее увеличение доли полимерообразователя до 3,509% об. приводило к некоторому снижению титра клеток, что может быть обусловлено избыточной плотностью матрицы и ограничением диффузии веществ в геле.

Таким образом, плотность СГГ, регулируемая объемом полимерообразователя (АПТЭС), существенно влияет на сохранность *E. faecium*. Оптимальной для поддержания жизнеспособности является концентрация АПТЭС в районе 2,532% об., обеспечивающая лучшее сохранение количества клеток молочнокислых бактерий по сравнению с контролем в 146 раз.

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 биокompозитные 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

Концентрация АПТЭС, % об.	Доля жизнеспособных клеток на 30-е сут, %	Повышение доли жизнеспособных клеток, иммобилизованных в СГГ, относительно контроля, раз
Контроль (среда LB)	1.184	
0.896	127.8	108
1.449	136.6	115
2.031	148.9	126
2.532	172.9	146
3.034	144.6	122
3.509	128.6	109

Рис. : Таблица. Жизнеспособность культуры *Enterococcus faecium* M3185 через 1 месяц хранения в зависимости от концентрации полимернообразователя в СГГ (в процентах относительно контрольной культуры, хранившейся в жидкой культуре без помещения в СГГ).