

Степень иммобилизации термофильного стрептококка на малослойном графене

Возняковский А.А.¹, Акимов Г.В.², Возняковский А.П.³, Николаева Е.К.², Склюев В.В.⁴, Кидалов С.В.¹

kidalov@mail.ioffe.ru

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия

² СамГУ, Самара, Россия

³ ФГБУ "НИИСК", Санкт-Петербург, Россия

⁴ Медицинский университет "Реавиз", Самара, Россия

Иммобилизация полезных штаммов микроорганизмов является важным шагом для получения высокоэффективных биопрепаратов [1].

В работе представлены результаты исследования влияния малослойного графена (МГ), синтезированного из крахмала (МГ-К), целлюлозы (МГ-Ц) и рисовой шелухи (МГ-Р) методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [2] на физиологическую активность *S. thermophilus* (термофильный стрептококк). МГ иммобилизован преимущественно на задней стенке пробирки. Суспензию бактерий стандартизировали по МакФарланду (0,5 ед., $1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл) на UNICO 2800 до Abs = 0,125. Посев (0,1 мл) выполняли поверхностным методом на скошенный молочный агар в пробирках с МГ в концентрациях 0,1; 0,5 и 1,0 мг/мл. Контроль — без МГ (Ks). После 24 ч культивирования при 42°C готовили разведения содержимого пробирок (10^{-6} и 10^{-7}) и высевали на чашки Петри для подсчёта КОЕ, а также определяли титруемую кислотность (°T). Результаты представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, наибольший пробактериальный эффект продемонстрировал образец МГ-К. Микроскопия выявила аномальные морфологические структуры бактерий (альвеолоцитоподобные образования, фибриллы), адгезию клеток на частицах МГ и обволакивание бактерий частицами МГ. Двухфакторный дисперсионный анализ подтвердил значимое влияние концентрации ($F=3,37$, $p=0,00022$) и марки графена ($F=5,38$, $p=0,00796$) на рост бактерий. МГ из растительного сырья проявляет пробактериальный эффект, стимулируя рост и метаболизм *S. thermophilus* за счёт адгезии клеток на графеновых плоскостях, формирования биоплёнки и белковой короны (казеин питательной среды).

Таблица 1. Результаты исследования иммобилизации на образцах МГ.

Образец	Концентрация, масс. %	Рост (КОЕ/мл)	Log ₁₀	Кислотность	Концентрация	Abs ($\lambda=600\text{nm}$)
Контроль	-	$2,5 \times 10^7$	7,4	0,75°T	-	0,038
МГ-Р	0,5	$1,23 \times 10^7$	7,1	2,67°T	0,5	0,050
МГ-К	0,1-1,0	$3,24 \times 10^7$	7,5	1,08°T	0,1-1,0	0,036
МГ-Ц	0,1-1,0	$4,79 \times 10^6$	6,68	0,83°T	0,1-1,0	0,029

Ссылки

1. A.P. Voznyakovskii, I.I. Novikova, A.A. Voznyakovskii, I.V.E. Boikova, A. Y. Neverovskaya, Technical Physics (2020), 65(9), 1384-1390.
2. A.A. Voznyakovskiy, S.V. Kidalov, V.I. Zavarinsky, A.P. Wozniakovsky, Russ. J. Phys. Chem. B (2021) 15(3), 377-380.