Prospects the use of polystyrene films for the immobilization of bacteria

Karavaeva O.A.¹, Guliy O.I.¹, Simakov V.V.², Alsowaidi A.K.M.², Khomyakova A.A.², Ksenofontova O.Yu.², Smirnov A.V.³

¹Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia;

²Chernyshevsky National Research State University, Saratov; ³Kotel'nikov Institute of Radio Engineering and Electronics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: helga1121@yandex.ru

Key message. The use of polymer films modified by plasma treatment is proposed as a carrier for immobilizing cells at create biosensors.

Keywords: immobilization, microbial cells, polystyrene films, plasma treatment

The development of methods for the immobilization of bacteria and the search for the optimal carrier opens up new possibilities in the creation of biosensors. Of considerable interest is the assessment of the potential use of polystyrene (PS) films modified via plasma etching to immobilize microbial cells and to create biocatalysts for sensory systems. Goal. The immobilization of bacterial cells on the surface of PS films modified by plasma treatment and to estimate the duration of bacterial-viability preservation. Methods. PS films were prepared via centrifugation. Monocrystalline silicon wafers 10 × 10 mm² in size were used as substrates. The thickness of the films was estimated via cleavage of the samples with scanning electron microscopy (SEM) and was 280 ± 20 nm. The surfaces of PS films were modified in a vacuum chamber of the Orion-40T installation (VTC, South Korea). Substrates with a deposited PS film were located in the erosion zone of the magnetron target. A high-frequency (HF) discharge (13.56 MHz) was ignited in an argon atmosphere. The discharge power was 100 W, and the working pressure in the chamber was maintained at 10⁻³ mbar. Cell immobilization was carried out by adsorption on PS films. After the immobilization of microbial cells, the PS surface was studied via atomic force microscopy (AFM) with the NtegraSpectra probe nanolaboratory (NT-MDT, Russia). Results. The immobilization efficiency of bacterial cells depends from the film processing time in plasma. Treatment of a polystyrene film in a high-frequency discharge plasma allowed a significant increase in the lifetime of microbial cells immobilized on its surface. The study showed the promise of PS films for immobilization with the possibility of reuse. The possibilities of the use of microbial cells immobilized on PS films modified via plasma etching were demonstrated in a biosensor detecting system based on a microwave (microwave) resonator (5–8.5 GHz). The results are of practical interest for the use of polymer coatings modified via plasma etching as a carrier for cellular immobilization to create biosensors.

This work was partially supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects nos. 20-37-70021 and 19-07-00304).

Перспективы применения пленок полистирола для иммобилизации бактерий

Каравеева О.А.¹, Гулий О.И.¹, Симаков В.В.², Алсовэиди А.К.М.², Хомякова А.А.², Ксенофонтова О.Ю.², Смирнов А.В.³

¹Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов; ²Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского; ³Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, Москва

Аннотация. Предложено использование полимерных пленок, модифицированных плазменной обработкой, в качестве носителя для иммобилизации клеток при создании биосенсоров.

Ключевые слова: иммобилизация, микробные клетки, пленки полистирола, плазменная обработка

Развитие методов иммобилизации бактерий и поиск оптимального носителя лимитирует создание новых сенсоров. Значительный интерес представляет оценка возможности применения пленок полистирола (ПС), модифицированных плазменным травлением, для иммобилизации микробных клеток с целью создания биокатализаторов для сенсорных систем. Цель. Иммобилизация бактериальных клеток на поверхности пленок ПС, модифицированных плазменной обработкой, и оценка времени сохранения жизнеспособности бактерий. Методы. Пленки ПС получали методом центрифугирования, в качестве подложек использовали пластины монокристаллического кремния размером 10×10 мм². Толщина плёнок оценивалась по сколу образцов методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и составляла 280±20 нм. Модификацию поверхности плёнок ПС осуществляли в вакуумной камере установки Orion-40T («VTC», Южная Корея). Подложки с нанесенной пленкой ПС располагали в зоне эрозии мишени магнетрона. Высокочастотный разряд (13.56 МГц) зажигался в атмосфере аргона. Мощность разряда составляла 100 Вт, рабочее давление в камере поддерживалось на уровне 10⁻³ мбар. Иммобилизацию клеток проводили путем адсорбции на пленках ПС. После иммобилизации микробных клеток поверхность ПС изучали методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) с помощью зондовой нанолaborатории NtegraSpectra («NT-MDT», Россия). Результаты. Эффективность иммобилизации бактерий на пленках ПС зависит от времени обработки пленок в плазме. Обработка пленки ПС в плазме высокочастотного разряда позволяла увеличить время жизни бактерий, иммобилизованных на ее поверхности. Установлена перспективность использования пленок ПС в качестве иммобилизующего агента с возможностью многократного использования. Возможности применения микробных клеток, иммобилизованных на пленках ПС, модифицированных плазменным травлением, продемонстрированы в сенсорной системе на основе сверхвысокочастотного резонатора (5–8,5 ГГц). Результаты представляют интерес с практической точки зрения для использования пленок ПС, модифицированных плазменным травлением, в качестве носителя для иммобилизации бактерий.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 20-37-70021 и 19-07-00304).