Plant-microbial fuel cell with using the lettuce during cultivation by panoponic

Kuleshova T.E.^{1,2}, Galushko A.S.², Gall N.R.¹, Panova G.G.²

¹Ioffe Institute, St. Petersburg, Russia; ²Agrophysical Research Institute, St. Petersburg, Russia

E-mail: www.piter.ru@bk.ru

Key message. The experimental plant-microbial fuel cell based on the gradient of bioelectric potentials created in the rhizosphere and compatible with the production of plant products was created and tested.

Keywords: plant-microbial fuel cell, bioelectric potential, lettuce, panoponic

Bioelectrochemical systems are an alternative renewable source of energy resources. Currently, the development of technology for generating electricity through the interaction of plants and microorganisms, called the plant-microbial fuel cell (PMFC), is relevant [1].

The purpose of the work was to experimentally study the possibility of organizing PMFC based on bioelectric potentials (BEP) created in the rhizosphere, and to develop an experimental PMFC cell using an agriculturally significant culture.

Lettuce Azart was chosen as an object of study. The tests were carried out under conditions of intense photoculture, HPS lamps were used to illuminate the plants, the irradiation was 70-75 W/m². Knop solution was used for plant nutrition. To remove the generated biocurrents, we used the non-invasive method of automatic recording of BEP developed by us [2], which is also suitable for monitoring the state of plant organisms and recording electrophytograms. When choosing the configuration of PMFC – the location and materials of electrode systems, substrate for plants, the system of plant growth on a thin-layer and low-volume soil analogue – panoponic was taken as the basis [3].

The possibility of using the developed technology for establishing non-invasive contacts to the root systems of plants to create long-lasting plant-microbial fuel cells based on the use of the electrical activity of plants as an electromotive force is shown. Selected electrode materials based on graphite felt are characterized by high electrical conductivity, chemical stability, biocompatibility and do not affect the vital activity of plants. The maximum current value obtained in the prototypes of PMFC was 83 nA per test volume of the plant growth zone of 0.0023 m³. The maximum value of the biopotential obtained from one element on the 16th day of the growing season was 250 mV; on average, the BEP was about 150 mV.

Thus, the gradient of bioelectric potentials created in the process of plant growth in the rhizosphere, together with the work of microorganisms, can become an alternative source of environmentally friendly bioelectricity.

Растительно-микробный топливный элемент на примере салата при культивировании методом панопоника

Кулешова Т.Э.^{1,2}, Галушко А.С.², Галль Н.Р.¹, Панова Г.Г.²

¹Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия; ²Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. На основе создаваемого в ризосферной зоне градиента биоэлектрических потенциалов создан и испытан экспериментальный растительно-микробный топливный элемент, совместимый с получением растительной продукции.

Ключевые слова: растительно-микробный топливный элемент, биоэлектрический потенциал, салат, панопоника

Биоэлектрохимические системы являются альтернативным возобновляемым источником энергетических ресурсов. В настоящее время актуальным является развитие технологии для выработки электроэнергии посредством взаимодействия растений и микроорганизмов, названной растительно-микробный топливный элемент (РМТЭ) [1].

Цель работы заключалась в экспериментальном изучении возможности организации РМТЭ на основе биоэлектрических потенциалов (БЭП), создаваемых в ризосферной зоне, и разработке экспериментальной ячейки РМТЭ с использованием сельскохозяйственно значимой культуры.

В качестве объекта исследования был выбран салат сорта Азарт. Испытания проводили в условиях интенсивной светокультуры, для освещения растений использовали лампы ДНАТ, облученность составляла 70-75 Вт/м². Для питания растений использовали раствор Кнопа. Для съема генерируемых биотоков применялся разработанный нами неинвазивный метод автоматической регистрации БЭП [2], пригодный также для отслеживания состояний растительных организмов и записи электрофитотграмм. При выборе конфигурации РМТЭ – расположения и материалов электродных систем, субстрата для растений за основу была взята система выращивания растений на тонкослойном и малообъемном аналоге почв – панопоника [3].

Показана возможность использования разработанной технологии установления неинвазивных контактов к корневым системам высших растений для создания длительно работающих растительно-микробных топливных элементов, основанных на применении электрической активности растений в качестве электродвижущей силы. Выбранные электродные материалы на основе графитового войлока характеризуются высокой электропроводностью, химической стабильностью, биосовместимостью и не влияют на жизнедеятельность растений. Максимально полученное значение тока в прототипах РМТЭ составило 83 нА на исследуемый объем зоны роста растений 0,0023 м³. Максимальное значение биопотенциала, полученное с одного элемента на 16-й день вегетации, составило 250 мВ; в среднем БЭП был порядка 150 мВ.

Таким образом, создаваемый в процессе роста растений градиент биоэлектрических потенциалов в ризосферной зоне совместно с работой микроорганизмов может стать альтернативным источником экологически чистого биоэлектричества.

1. Kabutey F.T., Zhao Q., Wei L., Ding J., Antwi P., Quashie F.K., Wang W. An overview of plant microbial fuel cells (PMFCs): Configurations and applications //Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. V. 110. P. 402-414.

2. Кулешова Т.Э., Бушлякова А.В., Галль Н.Р. Неинвазивное измерение биоэлектрических потенциалов растений //Письма в ЖТФ. 2019. Т. 45. №. 5. С. 6-8.

3. Panova G.G., Chernousov I.N., Udalova O.R., Alexandrov A.V., Karmanov I.V., Anikina L.M., Sudakov V.L., Yakushev V.P. Scientific and technical basis year-round obtaining high yields of quality plant products under artificial light //Reports of the Academy of Agricultural Sciences [Doklady RASHN]. 2015. №. 4. P. 17-21.