PE12) 식물-미생물전기화학공정을 이용한 전기에너지 회수 기초 연구

신춘환 · 최기충[1] · 유재철[2]
동서대학교 에너지환경공학과, [1]수엔지니어링, [2]부산대학교 사회환경시스템공학과

1. 서론

미생물전기화학장치(Microbial Electrochemical System; MES)는 미생물을 촉매로 이용하여 유기물에 잠재되어 있는 화학에너지를 전기에너지로 전환하는 기술로서 많은 관심을 받고 있다. 최근에는 식물의 광합성과 MES 기술을 결합한 새로운 시스템(Plant-MES)에 대한 관심이 높아지고 있다. Plant-MES는 광합성 작용으로 식물에서 생산되는 유기물 중 식물이 이용하지 못하는 유기물들은 뿌리를 통해서 밖으로 배출이 된다. 식물뿌리 근처에서 서식하고 있는 미생물들은 이러한 유기물을 분해하게 되고, 이 과정에서 전자와 수소이온이 발생한다. 전자와 수소이온은 각각 외부도선과 토양을 통해서 환원전극부로 이동하게 되며, 공기 중에 노출되어 있는 환원전극부에서 산소를 전자수용체로 사용하여, 전자와 수소이온과 반응을 하게 된다. 이러한 일련의 과정을 통해서 전기에너지를 회수할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 국내에 서식하는 식물과 미생물전기화학공정을 활용하여 전기에너지 회수 가능성을 평가하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

전국적으로 분포하고 있으며, 습지나 물가에 서식하는 동의나물(학명: *Clatha minor* NAKAI)과 스킨답서스(학명: *Scindapsus aureus*) 2종을 LED 식물 재배기에 심었다. 산화전극으로는 흑연펠트(25 ㎠), 환원전극으로는 탄소천(25 ㎠)을 사용하였으며, 외부저항 100Ω으로 연결하였다. 식물의 광합성에 의한 전기에너지 회수가능성을 확인하기 위하여, 회로를 연결하지 않은 조건 및 식물 없이 회로가 연결된 조건을 대조군으로 사용하였다. 전압발생량은 전압계를 이용하여 1일 1회 측정되었다.

3. 결과 및 고찰

순응기간을 지난 후, 외부저항 100 Ω에서 스킨답서스(*S. aureus*)를 이용하는 S-MES의 전압발생량(평균 7.91±5.9 mV)은 동의나물(*C. minor*)을 이용하는 C-MES보다(1.98±0.6 mV) 약 5배정도 높은 것으로 나타났다. 식물이 없는 조건에서는 전기 발생하지 않는 것으로 확인되었다. 따라서, 식물을 이용해서 미량의 전기에너지의 회수 가능성을 확인할 수 있었다.

외부저항을 이용해서 전압-전류 변화량을 측정하였다. 스킨답서스를 이용하는 S-MES의 최대전력밀도는 약 3.36 mW/m^2(산화전극면적)이었으며, 동의나물을 이용하는 C-MES의 최대전력밀도는 약 1.43 mW/m^2으로 나타났다.

본 연구를 통해서 식물-미생물 전기화학공정을 이용하여, 전기에너지의 회수 가능성을 확인할 수 있었다. 후속연구를 통해서 에너지 효율을 개선할 수 있다면, 미래의 중요한 에너지 자원으로 충분히 활용이 가능할 것으로 사료된다.

4. 참고문헌

Deng, H., Chen, Z., Zhao, F., 2012, Energy from plants and microogranisms: Progress in plant-microbial fuel cells, ChemSusChem, 5, 1006-1011.

Schamphelaire, L. D., Bossche, L. V., Dang, H. S., Hofte, M., Boon, N., Rabaey, K., Verstraete, W., 2008. Microbial fuel cells generating electricity from Rhizodeposits of rice plants, Environ. Sci. Technol., 42, 3053-3058.

Strik, D. P. B. T. B., Hamelers, H. V. M. H., Snel. J. F. H., Buisman, C. J. N., 2008, Green electricity production with living plants and bacteria in a fuel cell, Int. J. Energy Res., 32, 870-876.

Trimmers, R. A., Strik, D. P. B. T. B, Hamelers, H. V. M. H., Buisman, C. J. N., 2010. Long-term performance of a plant microbial fuel cell with *Spartina anglica*, Appl. Microbiol. Biotechnol. 86, 973-981.