

PhD Cycle: XXXIII

Supervisor: Stefano Bocchi

Co-supervisor: Andrea Schievano

Project title: e-NEWtrients - bioelectrochemical systems at the service of agricultural sciences

Titolo del progetto: e-NEWtrients – sistemi elettrochimici microbici al servizio delle scienze agrarie

Abstract

It is estimated that demand for food will continue to increase, as a result of population growth, but at the same time, food production will increasingly face huge constraints, such as water scarcity, soil desertification and the increase of fertilizers prices (Gustavsson et al., 2011). Wastewater derived from food production chains should be treated in a sustainable way, to minimize environmental contamination, while maximizing the recovery of valuable fractions, such as plant nutrients. Microbial Electrochemical Systems (MES) have been proposed as solutions to treat different kinds of wastewaters and recover nutrients through bio-electrochemical reactions (Pandey et al., 2016).

In my PhD project, I want to study new types of MES, fabricated with biocompatible and biogenic materials (terracotta and biochar), which could be applied as mean of organic matter and nutrients recovery from organic-rich wastewater streams coming from important agro-food chains, such as farming and agro-industrial productions. Biochar produced from controlled pyrolysis of plant materials is electro-conductive and can be used as base to fabricate a new generation of MES, which can be used for this scope. After nutrients recovery, biochar-based MES enriched with nutrients, can be used to produce soil improvers and renewable fertilizers. In soil applications, the possibility of interactions of the MES with soil microbiome, rhizosphere and plants roots, with or without external control by electrical inputs, opens a new frontier called electro-fertilization.

My PhD project will be hold in 4 different work packages: 1) Selection of MES architecture and electrode materials; 2) Study of the treatment of livestock swages, digestate and agro-industrial wastewater by low cost MES; 3) Experience abroad (host institution to be defined), to increase my knowledge on microbial electrochemical technologies; 4) Study of the properties of terracotta/biochar MES after their life-cycle, as soil improvers for agricultural soil structure and fertility.

Si stima che la domanda di cibo continuerà ad aumentare a seguito della crescita della popolazione, ma allo stesso tempo, la produzione alimentare dovrà affrontare problemi sempre più grandi, come la scarsità d'acqua, la desertificazione del suolo e l'aumento dei prezzi dei fertilizzanti (Gustavsson et al., 2011). Le acque reflue derivate dalle catene di produzione alimentare dovrebbero essere trattate in modo sostenibile, per ridurre al minimo l'inquinamento ambientale, massimizzando al contempo il recupero di nutrienti. I sistemi elettrochimici microbici (MES) sono stati proposti come soluzioni per trattare diversi tipi di acque reflue e recuperare i nutrienti attraverso reazioni bio-elettrochimiche (Pandey et al., 2016).

Nel mio progetto di dottorato, vorrei studiare nuovi tipi di MES, fabbricati con materiali biocompatibili e biogenici (terracotta e biochar), che potrebbero essere applicati come mezzo per il recupero di sostanza organica e nutrienti da acque reflue provenienti dalla filiera agro-alimentari, dall'agricoltura e dalle produzioni agroindustriali. Il biochar prodotto da materiali vegetali con pirolisi ad alte temperatura è considerato elettro-conduttivo e può essere utilizzato come base per fabbricare una nuova generazione di MES. Dopo il recupero dei nutrienti, i MES a base di biochar

arricchiti di nutrienti possono essere utilizzati per produrre ammendanti e fertilizzanti rinnovabili. Nelle applicazioni del suolo, la possibilità di interazioni dei MES con il microbioma del suolo, la rizosfera e le radici delle piante, con o senza controllo esterno da parte di input elettrici, apre una nuova frontiera chiamata elettro-fertilizzazione.

Il mio progetto di dottorato si svolgerà in 3 macro-aree: 1) Selezione di nuove architetture e materiali per la produzione di MES; 2) Studio del trattamento di liquame, digestato e acque reflue agroindustriali mediante MES a basso costo; 3) Studio delle proprietà della MES in terracotta / biochar dopo il loro ciclo di vita, come ammendanti per la struttura e la fertilità del suolo agricolo.

Gustavsson, J., Food and Agriculture Organization of the United Nations., ASME/Pacific Rim Technical Conference and Exhibition on Integration and Packaging of MEMS, N., 2011. Global food losses and food waste : extent, causes and prevention : study conducted for the International Congress "Save Food!" at Interpack 2011 Düsseldorf, Germany. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Pandey, P., Shinde, V.N., Deopurkar, R.L., Kale, S.P., Patil, S.A., Pant, D., 2016. Recent advances in the use of different substrates in microbial fuel cells toward wastewater treatment and simultaneous energy recovery. Appl. Energy. doi:10.1016/j.apenergy.2016.01.056