



**SUMMER SCHOOL**

Gruppo Italiano Fitofarmaci e Ambiente



NATURAL  
ORGANIC  
MATTER  
RESEARCH

**XI NATIONAL MEETING**

Italian Chapter of the International Humic Substances Society



*Ruolo della sostanza organica e delle sostanze umiche  
nei processi di nutrizione vegetale e nel controllo  
dell'inquinamento ambientale: lo stato dell'arte*

**Libro dei riassunti**

*6-8 Giugno 2017*

Sala Paolo Borsellino - Palazzo comunale  
Piazza del Duomo, 4  
Isola di Ortigia (Siracusa)

### **COMITATO ORGANIZZATORE**

ANDREA BAGLIERI (PRESIDENTE)

MARA GENNARI (SEGRETARIA)

IVANA PUGLISI (TESORIERE)

TEODORO MIANO (PRESIDENTE CAPITOLO ITALIANO IHSS)

ALBERTO ANGIONI (PRESIDENTE GRIFA)

### **SEGRETERIA ORGANIZZATIVA**

VALERIA BARONE

### **COMITATO SCIENTIFICO**

MARA GENNARI (UNIVERSITÀ DI CATANIA)

ANDREA BAGLIERI (UNIVERSITÀ DI CATANIA)

TEODORO MIANO (UNIVERSITÀ DI BARI)

ALESSANDRO PICCOLO (UNIVERSITÀ FEDERICO II DI NAPOLI)

SERENELLA NARDI (UNIVERSITÀ DI PADOVA)

CLAUDIO CIAVATTA (UNIVERSITÀ DI BOLOGNA)

FABRIZIO ADANI (UNIVERSITÀ DI MILANO)

FRANCO AJMONE MARSAN (UNIVERSITÀ DI TORINO)

SABINO AURELIO BUFO (UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA)

ALBERTO ANGIONI (UNIVERSITÀ DI CAGLIARI)

ILARIA BRASCHI (UNIVERSITÀ DI BOLOGNA)

**SUMMER SCHOOL**

**Gruppo Italiano Fitofarmaci e Ambiente**

**XI NATIONAL MEETING**

**Italian Chapter of the International Humic Substances Society**

## SOSTANZA ORGANICA NEI SUOLI URBANI: ANTROPICA O NATURALE?

**F. Ajmone Marsan, E. Padoan**

*Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari Largo  
Braccini, 2 -10095 Grugliasco (Torino), Italy.*

*E-mail:franco.ajmonemarsan@unito.it*

Il processo di urbanizzazione della popolazione procede senza sosta in tutto il mondo tanto che in Europa l'85% della popolazione vive in un agglomerato urbano. La concentrazione entro spazi così ridotti di materia, energia ed esseri umani ha causato la creazione di un ecosistema con caratteristiche e problemi piuttosto singolari.

Il suolo è parte integrante, e misconosciuta, dell'ecosistema urbano nel quale svolge importanti funzioni, ancorché spesso molto diverse da quelle svolte in ambito agricolo e forestale. Per questo motivo sono diverse anche le modalità di accumulo e di evoluzione della sostanza organica naturale che esplica o meno le sue funzioni positive a seconda di condizioni puntuali molto variabili. Occorre infatti tenere presente che nei suoli urbani è scarsa o nulla la lavorazione del terreno e, anche quando ci fosse accumulo da vegetazione arborea questa è di varietà botanica e provenienza molto diversa; inoltre, parte del riciclo è interrotto per motivi igienico-estetici tipicamente urbani.

Alla sostanza organica naturale si aggiungono, nelle aree urbane, tutte quelle sostanze prodotte dalle attività antropiche che, dal periodo dell'industrializzazione in poi, sono finite nei suoli. Si riconoscono quindi le grandi famiglie degli idrocarburi, provenienti dai carburanti ma anche dagli asfalti, il nerofumo delle combustioni domestiche e industriali, i composti clorurati di varia configurazione nonché, in eventi più puntuali, sversamenti e smaltimenti di rifiuti.

La valutazione della sostanza organica in ambito urbano richiede dunque un approccio più ampio e al contempo meticoloso per poterne definire le opzioni di gestione sia in termini di conservazione sia della bonifica di molecole contaminanti.

## MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR RESPONSES INDUCED BY MICROALGAE EXTRACTS IN *BETA VULGARIS* L.

V. Barone<sup>1</sup>, A. Baglieri<sup>1</sup>, P. Stevanato<sup>2</sup>, C. Broccanello<sup>2</sup>, G. Bertoldo<sup>2</sup>, M. Bertaggia<sup>2</sup>, M. Cagnin<sup>2</sup>, D. Pizzeghello<sup>2</sup>, V.M.C. Moliterni<sup>3</sup>, G. Mandolino<sup>3</sup>, F. Fornasier<sup>5</sup>, A. Squartini<sup>1</sup>, S. Nardi<sup>1</sup>, G. Concheri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Food and Environment, University of Catania, Via S. Sofia 98, 95125 Catania, Italy

<sup>2</sup> Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment, University of Padova, Viale Università, 16, 35020 Legnaro (PD), Italy

<sup>3</sup> CREA, Genomic Research Centre, Via S. Protaso 302, 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC), Italy

<sup>4</sup> CREA, Research Centre for Plant-Soil Relationships, Via Trieste 23, 34170 Gorizia, Italy

The characterization of nutrient and biostimulant effects in crops is complex and needs rigorous evaluations. In this study, we evaluated morphological and molecular responses induced by microalgae (*Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda*) extracts in *Beta vulgaris* L. Seedlings were grown into Hoagland's solution under controlled condition. After 5 days of growth, 2mL/L (1 mg Corg/L) and 4 mL/L (2 mg Corg/L) of the two different microalgal extracts were added to the Hoagland's solution. Roots were sampled 36 h after treatments. Inductively Coupled Plasma Spectrometry (ICP-OES) and nanofluidic real-time PCR (OpenArray system) were used for sample profiling. 56 sugar beet genes putatively involved in sulfate starvation (Moliterni et al., in preparation) were tested in treated and untreated samples. Root morphological traits were measured by means of a scanner-based image analysis system. Multivariate statistical analysis has not revealed significant changes in the ionic profile of Hoagland's solutions treated with the two microalgal extracts with respect to that of the untreated solution. At the molecular level, microalgal extract supplies upregulated many of the evaluated genes. Functional categorization revealed these genes to be related to various biological pathways and processes including primary and secondary metabolism and intracellular transport. Treated seedlings showed at morphological level significantly higher values for root traits related to soil exploration and nutrient uptake, such as total root length, fine roots length (diameter < 0.5 mm) and number of root tips, than untreated plants. These data indicate that microalgae extracts perform their effects as biostimulant on expression of root traits and genes related to nutrient acquisition in sugar beet.



## BASE-CATALYZED HYDROLYSIS AND USE OF BIOSURFACTANT FOR THE DECONTAMINATION OF SOILS HIGHLY POLLUTED WITH DDX

S. Basioli<sup>1</sup>, R. Bagatin<sup>2</sup>, N. Mignardi<sup>1</sup>, S. Scanzi<sup>1</sup>, A. Baldi<sup>1</sup>, C. Grammatico<sup>1</sup>, I. Braschi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Bologna, Dipartimento di Scienze Agrarie, Bologna (BO), Italy.

<sup>2</sup>Research Center for Non-Conventional Energy – Istituto Eni Donegani Environmental Technologies, San Donato Milanese (MI), Italy.

E-mail: [ilaria.braschi@unibo.it](mailto:ilaria.braschi@unibo.it)

Among persistent organic pollutants (POPs), DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) is considered a pesticide with an environmental profile of difficult approach. The large hydrophobic domains of the molecule due to the high number of chlorine atoms coordinated to the carbon skeleton, as well as the large aromatic contribute due to the presence of two aromatic rings, makes DDT unwettable and, therefore, unsuitable to microbial transformations. DDT in polluted soils can appear homogeneously distributed among the solid components (in case its administration is conveyed by solvent) or occur as separate particles (mainly, in case of industrial handling). Numerous are the polluted sites worldwide but, at the present, only solvent-based soil washing or thermal treatments are considered suitable for an acceptable removal of the molecule from the soil matrix. Unfortunately, the physical and biological characteristics of soils exposed to such harsh physico-chemical treatments undergo modifications so irreversible to prevent any further agronomical use. In this study, different eco-environmentally friendly approaches aimed at decontaminating soil polluted with DDT were addressed.

Since the affinity of DDX (DDT and its main transformation products: DDE and DDD) for the humic components of soils is well described in the literature, in the first study, the humic components of polluted soil were extracted by strong alkali solutions and the persistence of DDX in the humic extract and in the soil evaluated. The ability of humic substances as photocatalysts has been investigated as well. As a result, DDT and DDD were quickly transformed in the soil-water system with  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  at pH 12, whereas DDE was easily photo-transformed in water solution either as a free molecule or adsorbed on soluble humic substances. The strong pH increase induced on soil is naturally restored by the formation of new carbonate phases. The approach can be applied to soils with a high content of organic matter.

In the second study, the ability of a aqueous solution of commercial lecithin to restore polluted soils by increasing the apparent DDX solubility has been addressed. The lecithin concentration, the DDX extraction kinetics, and the soil/lecithin solution ratio were optimized for the DDX removal from polluted soils. The performance of batch and column trials were compared. Finally, after DDX extraction, the lecithin solution was clean-up from DDX and recirculated on soil within a cyclic process. The successful results obtained indicate lecithin as a powerful biosurfactant to restore soils highly polluted with DDT.

These model studies pave the way to the development of environmentally friendly approaches to the restoration of soils contaminated with recalcitrant organic pollutants in order to return them back to agriculture.

## DEPOLLUTION ABILITY OF HUMIC SUBSTANCES GRAFTED ON SILICA: AN ENVIRONMENTAL CHALLENGE AND A MODEL STUDY OF THE HOST-GUEST INTERACTIONS

**E. Buscaroli<sup>1</sup>, L. Pasti<sup>2</sup>, R. Bagatin<sup>3</sup>, L. Marchese<sup>4</sup>, I. Braschi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Università degli Studi di Bologna, Dipartimento di Scienze Agrarie, Bologna (BO), Italy.*

<sup>2</sup>*Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Chimica e Scienze Farmaceutiche, Ferrara (FE), Italy.*

<sup>3</sup>*Research Center for Non-Conventional Energy – Istituto Eni Donegani Environmental Technologies, San Donato Milanese (MI), Italy.*

<sup>4</sup>*Università del Piemonte Orientale A. Avogadro, Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica, Alessandria (AL), Italy.*

*E-mail: [ilaria.braschi@unibo.it](mailto:ilaria.braschi@unibo.it)*

The adsorption ability of the most resilient soil organic fraction, the humic component, toward organic and inorganic pollutants is widely reported in the literature. The adsorption is due to complex surface mechanisms mainly depending on the chemical properties of contaminants. The study of the host-guest interactions between humic materials and pollutants is of relevant interest for soil and environmental scientists. The possibility to graft humic/humic-like material on solid supports allows enlightening specific interactions with pollutants as well as exploiting in several environmental applications as water depollution and photo-catalysis. Ideally, the grafted sorbent is recoverable and reusable after being properly regenerated.

In this model study, a commercial humic acid was grafted on a commercial 3-aminopropyl silica gel by condensation of humic carboxylic groups with the silica amino functionalities and the unreacted amino groups end-capped by acetylation. The stability of the grafting was assessed through a stress test performed under basic conditions (0.05 M NaHCO<sub>3</sub> aqueous solution). The load of humic material was determined by thermogravimetric analysis (TG/DTG) and resulted ca. 9% silica dry weight. The composition of grafted humic acids was defined by a combined variable pressure FTIR and CP-MAS <sup>13</sup>C NMR analysis.

Finally, the grafted material was tested for the adsorption of toluene, a fuel-based pollutant commonly found in wastewater from refineries and petrochemical plants. The adsorption isotherm was evaluated by batch trials and confirmed by frontal analysis (i.e., breakthrough curves). The grafted humic materials resulted stable and were repeatedly used in the adsorption/solvent-assisted desorption cycles. Under these conditions, no leaking of humic materials was observed. The affinity of the grafted humic acid for toluene was found constant within the range of concentration considered (2-200 mg/L), and the sorbent able to retain a significant amount of toluene.

These successful preliminary results obtained with humic acids motivate to immobilize on silica supports other less valuable humic-like substances, as those extractable from composted organic wastes or by-products from renewable sources, for environmental applications.

## INFLUENCE OF PERCOLATE RECIRCULATION ON OM STABILITY OF DIGESTATE FROM STRAW AND PIG SLURRY

O. Cavallo<sup>1</sup>, M. R. Provenzano<sup>1</sup>, C. Zaccone<sup>2</sup>, D. Pezzolla<sup>3</sup>, G. Gigliotti<sup>3</sup>, J. M. de la Rosa<sup>4</sup>, J. A. González-Pérez<sup>4</sup>, H. Knicker<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Soil, Plant and Food Sciences, University of Bari, Italy; <sup>2</sup>Dept. of the Sciences of Agriculture, Food and Environment, University of Foggia, Italy; <sup>3</sup>Dept. of Civil and Environmental Engineering, University of Perugia, Italy; <sup>4</sup>Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Spain.

E-mail: ornella.cavallo@uniba.it

Pig slurry is a source of organic matter (OM) and nutrients, nevertheless nowadays its disposal represents a serious problem at national scale due to both the large volume to be managed (ca. 18 million m<sup>3</sup> y<sup>-1</sup>) and the insufficient land on which it could be spread. Anaerobic digestion (AD) could solve this environmental issue as it allows converting organic residues into biogas, a renewable source of energy, and digestate, a by-product with enhanced fertilizer and amendment properties. This is particularly true when the AD is performed at the solid state where the more recalcitrant fraction of OM may be accumulated.

In this study, we investigated the changes in the OM composition during AD at different percolate recirculation frequency and the agronomic potential of the resulting digestates. Solid-state anaerobic digestion (S-SAD) of pig slurry and straw (3:1 w/w) was carried out for this purpose. To avoid inhibition phenomena caused by volatile fatty acids accumulation during S-SAD, percolate recirculation technology was adopted. Three tests were carried out using 1, 2 and 4 recirculations day<sup>-1</sup>, respectively. A control test (i.e., without percolate recirculation) was also performed. The initial mixture and digestate samples (control, 1S-SAD, 2S-SAD, 4S-SAD) were characterized by elemental (CHNS) and thermogravimetric (TG) analysis, pyrolysis coupled to gas chromatography and mass spectrometry (Py-GC/MS) and <sup>13</sup>C nuclear magnetic resonance (<sup>13</sup>C NMR) spectroscopy. Among digestate samples, 4S-SAD showed the lowest C/N and O/C values, as well as the lowest TG weight loss between 250 and 350°C (WL1), the latter one due to the greater consumption of sugars and cellulosic materials. 2S-SAD and 4S-SAD exhibited also a slight enhancement of TG weight loss between 350 and 550°C (WL2), which may be ascribed to a relative enrichment in humic-like substances and non-hydrolyzable residues. As a result, the thermostability index (WL2/WL1), was highest for 4S-SAD, followed by 2S-SAD, 1S-SAD and the control. Pyrolysis products at 400°C were grouped into 8 families, i.e. aromatics (Ar), lignin-derived aromatics (Lig), polysaccharides (Ps), ketones, n-alkane/ene, fatty acids (FA), sterols and terpenoids and N-compounds. Digestate samples exhibited lower contribution of Ps (the lowest in 4S-SAD) and higher Ar and Lig contents (the highest in 4S-SAD), as compared to the initial mixture. Likewise, <sup>13</sup>C NMR spectra of the digestates evidenced a preferential degradation of O-alkyl C. This was particularly true for 4S-SAD that showed also the lowest O-alkyl C/alkyl C ratio, commonly used as an index of OM stability.

In conclusion, atomic ratios, thermostability index, O-alkyl C/alkyl C ratio and preliminary Py-GC/MS results consistently showed a positive effect of the highest number (4) of percolate recirculations per day on the degree of OM degradation, resulting in a more stable OM in the corresponding digestate.

## EFFETTO DELLA CONCIMAZIONE ORGANICA SUI POOL DEL CARBONIO E SULL'ATTIVITÀ FENOLOSSIDASICA DEL SUOLO IN UN PESCHETO

L. Cavani<sup>1</sup>, A. Margon<sup>1</sup>, L. Sciubba<sup>1</sup>, E. Baldi<sup>1</sup>, M. Toselli<sup>1</sup>, C. Ciavatta<sup>1</sup>, C. Marzadori<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Agrarie (DipSA), viale Fanin 44, 40127 Bologna (BO), Italy.  
E-mail: luciano.cavani@unibo.it

Le fenolo ossidasi (FO), enzimi prodotti dalle piante e dai microrganismi, sono coinvolte in processi chiave del suolo come la degradazione della lignina, l'umificazione e la mineralizzazione del carbonio organico (SOC). Una volta rilasciati nell'ambiente, la loro attività e il loro turnover sono soggetti all'azione di diverse variabili, tra loro interconnesse, come la disponibilità di ossigeno, il grado di reazione del suolo, la disponibilità di azoto e la composizione del SOC presente nel suolo. Pertanto, a livello dell'ecosistema, l'attività aggregata di questi enzimi media diversi processi che controllano la concentrazione e la composizione del SOC. Poiché, il legame tra l'attività delle FO e i pool del SOC è stato relativamente poco studiato nei sistemi agrari, questa ricerca si è posta i seguenti obiettivi: (i) valutare i legami tra l'attività delle FO e i pool del SOC in un sistema agrario; (ii) valutare l'effetto della concimazione organica su questi legami.

Il suolo è stato prelevato nel 2014 da un frutteto sperimentale (Stark Red Gold su GF-677) che, a partire dall'impianto (2001), è stato concimato, secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati, con i seguenti trattamenti: (i) controllo non concimato (CK), (ii) concimazione minerale (urea) alla dose di 130 kg N ha<sup>-1</sup> (MIN), (iii) concimazione organica (compost) alla dose di 5 Mg ha<sup>-1</sup>, pari a 130 kg N ha<sup>-1</sup> (CB) e alla dose di 10 t ha<sup>-1</sup>, pari a 260 kg N ha<sup>-1</sup> (CA). I concimi sono stati interrati, dopo la lavorazione, sulla fila, mentre l'interfila è stata lasciata inerbita. Da ogni parcella sono state raccolte 12 carote di suolo che successivamente sono state unite per ottenere dei campioni compositi che rispettassero: (i) la localizzazione: fila ed interfila; e (ii) la profondità: 0-15, 15-25, 25-45 e 45-65 cm. I campioni così ottenuti sono stati analizzati per: carbonio organico totale (SOC), carbonio della biomassa microbica (MBC), carbonio estraibile in K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M (SEC) ed attività FO (saggio DOPA).

Dai risultati è emerso un significativo incremento del SOC nelle tesi trattate con compost ad entrambe le dosi: +30% per CB e +90% per CA, rispetto alle tesi CK e MIN. Analoghi risultati sono stati osservati per SEC e MBC. Analizzando questi dati in funzione anche della localizzazione e della profondità, è stato possibile osservare, per tutti e tre i parametri sopra considerati, livelli maggiori sulla fila e nello strato meno profondo (0-15 cm). Questo risultato conferma come l'apporto di compost abbia un effetto generalmente localizzato.

L'attività FO è stata influenzata da tutti i fattori sperimentali considerati, in particolare sono stati osservati livelli significativamente inferiori nella tesi CA, sulla fila e nello strato meno profondo, suggerendo la presenza di un feedback negativo sull'attività delle FO a seguito dell'apporto di compost. Questo risultato è meglio osservabile se si considera l'attività FO specifica, cioè in funzione della MBC e del SOC.

In conclusione, la concimazione organica ha mostrato un effetto positivo sui pool del SOC e sembra innescare un feedback negativo sull'attività FO del suolo.



## INTERCONNECTING SOIL ORGANIC MATTER WITH N AND P CYCLING: PLANT NUTRITION AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

L. Celi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DiSAFA), largo Braccini 2, 10095 Torino (TO), Italy.  
E-mail: luisella.celi@unito.it

La sostanza organica (SO) è fondamentale nel garantire la fertilità chimica del suolo, non solo direttamente, alimentando il pool di elementi disponibili per la pianta, ma anche attraverso un controllo meno diretto sul ciclo dei nutrienti. Dall'altra parte il ruolo che la SO ha sul ciclo dell'N e P può limitare le perdite di tali elementi dal suolo, mitigando il rischio di contaminazione degli altri comparti ambientali.

La stretta interconnessione tra la SO e il ciclo dell'N è dovuta al prevalere delle reazioni biologiche che caratterizzano l'N. I microrganismi iniziano il processo di mineralizzazione dei residui vegetali partendo dalle forme più labili, in particolare zuccheri semplici e cellulosa, assimilando N direttamente dalla soluzione del suolo. Ne consegue che l'N viene immobilizzato nelle cellule microbiche, sottratto alla pianta e restituito alla soluzione del suolo solo dopo la morte cellulare. L'immobilizzazione microbica può quindi ridurre temporaneamente la disponibilità di N per le colture, ma se opportunamente gestita, potrebbe essere sfruttata per evitare perdite di nutrienti quando la pianta non assorbe e favorirne la disponibilità nei momenti di potenziale carenza. Anche i processi di nitrificazione/denitrificazione sono notevolmente influenzati dalla presenza e qualità della SO perché composti organici labili possono inibire la nitrificazione mediata da autotrofi, limitando le produzioni di nitrati in fasi di minor assorbimento vegetale e quindi le perdite per lisciviazione. Viceversa la SO potrebbe favorire la denitrificazione e guidarne il completamento evitando la formazione di ossidi di N, in particolare di N<sub>2</sub>O, gas serra il cui potenziale riscaldante è 300 volte quello del biossido di carbonio.

Al contrario dell'N, la disponibilità del P, così come eventuali perdite dal suolo, sono guidate prevalentemente da processi abiotici, ma anche in questo caso la SO influisce notevolmente sugli equilibri di rilascio del fosfato dai complessi con la fase minerale, sia attraverso reazioni di competizione, sia attraverso modificazioni dell'ambiente rizosferico e l'azione combinata di più strategie. Se le reazioni abiotiche dominano il ciclo del P in suoli ricchi dell'elemento, in condizioni di carenza, sono i processi biologici a garantire la disponibilità di P per la pianta e il riciclo dell'elemento dalla SO diventa essenziale per garantire la crescita vegetale. Ciò diventa particolarmente importante nel caso di stress combinati, in cui ad una carenza di P si associano condizioni di forte siccità o carenza di altri elementi nutritivi.

Disponibilità e perdite sembrano quindi coniugarsi in un delicato equilibrio che dipende da diversi fattori ambientali (pH, temperatura, umidità, disponibilità di O<sub>2</sub>) e antropici (gestione dei residui colturali, dell'acqua, del suolo, della fertilizzazione), la cui conoscenza permette di ottimizzare i servizi ecosistemici forniti dalla sostanza organica per una gestione più sostenibile dell'ecosistema.

## IL "MICROBIOUMEOMA" DEL SUOLO QUALE FATTORE CHIAVE PER UNA PRODUZIONE VEGETALE SOSTENIBILE

V. Cozzolino<sup>1,2</sup>, H. Monda<sup>1</sup>, G. Vinci<sup>1</sup>, D. Todisco<sup>2</sup>, A. Piccolo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Centro Interdipartimentale di Ricerca sulla Risonanza Magnetica Nucleare per l'Ambiente, l'Agro-Alimentare ed i Nuovi Materiali (CERMANU), Università di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici, Italy*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici, Italy*

Nutrire una popolazione mondiale in continua crescita, nel contesto delle difficoltà generate dai cambiamenti climatici, rappresenta una delle più grandi sfide delle scienze agrarie e richiede l'ottimizzazione dell'uso delle risorse e dell'impatto ambientale per la produzione di cibo. Un possibile approccio per raggiungere tali obiettivi consiste nell'integrare microrganismi benefici del suolo e sostanza organica nelle produzioni agricole.

I microrganismi del suolo sono elementi chiave della fertilità dei suoli e contribuiscono alla nutrizione delle piante attraverso la mobilitazione degli elementi nutritivi essenziali presenti in forma inorganica o attraverso la decomposizione e mineralizzazione della sostanza organica del suolo. Recentemente, l'utilizzo di microrganismi promotori della crescita delle piante per aumentare la produzione di biomassa, l'efficienza di utilizzo dei nutrienti, la tolleranza agli stress abiotici e ai patogeni si sta espandendo in agricoltura biologica ed integrata.

Un approccio ecologico per la gestione dei sistemi agricoli consiste anche nell'utilizzo di compost, che rappresenta un metodo naturale per il riciclo di rifiuti organici, ampiamente utilizzato quale fonte di nutrienti e per migliorare la qualità e la struttura dei suoli. Inoltre, l'applicazione di compost può stimolare l'attività dei microrganismi benefici del suolo e ottimizzare il ciclo dei nutrienti diretto da essi. Di crescente interesse è il documentato effetto delle sostanze umiche sullo sviluppo delle piante. Infatti, esso sta favorendo l'espansione di un mercato che prevede l'utilizzo di sostanze umiche estratte da materiale compostato verde, che costituisce una fonte maggiormente sostenibile rispetto a quelle ottenute da matrici fossili quali lignite e torba.

La conoscenza delle relazioni tra pianta-microrganismi benefici e la struttura molecolare di diversi tipi di ammendanti organici, può fornire indicazioni utili per ottimizzare la loro applicazione congiunta, al fine di aumentare la produzione di cibo, ridurre l'uso di fertilizzanti minerali e migliorare la sostenibilità degli agroecosistemi.

Recenti studi condotti dal nostro gruppo, allestendo delle prove in vaso, hanno indagato gli effetti dell'inoculazione con microrganismi promotori della crescita sullo sviluppo di piante di mais in combinazione con diversi tipi di ammendanti inorganici ed organici. Noi esamineremo i risultati di tali indagini, evidenziando come diverse tipologie di ammendanti organici, possano influenzare la produzione di biomassa, l'assorbimento di nutrienti e il profilo metabolico delle piante e allo stesso tempo favorire la presenza di microrganismi indigeni benefici del suolo, quali i funghi micorrizici arbuscolari, cooperando con essi per migliorare lo stato nutrizionale delle piante.

## CHEMICAL COMPARISON AND BIOSTIMULANT ACTIVITY MAPPING OF DIFFERENT NATURAL ORGANIC MATTER SOURCES

**D. Di Tommaso<sup>1</sup>, A. Biasone<sup>1</sup>, G. Povero<sup>1</sup>, A. Stivaletta<sup>1</sup>, A. Piaggese<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Valagro SpA, Via Cagliari, 1 – 66041 Atessa (CH) Italia  
E-mail: d.ditommaso@valagro.com

La Sostanza Organica Naturale può presentare caratteristiche chimiche molto diverse in dipendenza dalla fonte dalla quale proviene e dal processo utilizzato per la sua estrazione. In questo lavoro vengono presentate le analisi di caratterizzazione chimica svolte su matrici organiche quali torba, leonardite da due diversi depositi, digestato da RSU, e da falda acquifera, evidenziando le differenze tra di esse, rilevate attraverso varie tecniche analitiche, quali FT-IR, Analisi Elementare, Q-ToF, NMR, e paragonandole a standard IHSS. Le varie fonti di sostanza organica naturale sono state poi caratterizzate per la loro funzione biostimolante su pianta modello (*Arabidopsis thaliana*), attraverso tecnica di microarray, permettendo di generare una scala relativa di attività delle stesse verso la modulazione di processi fisiologici delle piante.

## CARATTERIZZAZIONE SPETTROSCOPICA (FT-IR E FT-RAMAN) DI ESTRATTI VEGETALI

A. Ertani<sup>1</sup>, A. Tinti<sup>2</sup>, M. Di Foggia<sup>2</sup>, M. Schiavon<sup>4</sup>, O. Francioso<sup>3</sup> and S. Nardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente, Università di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (Pd)

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie, Università di Bologna, via Belmeloro 8/2, 40126 Bologna

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna, viale Fanin 40, 40127 Bologna

<sup>4</sup>Biology Department, Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523-1878, USA.

E-mail: andrea.ertani@unipd.it

Negli ultimi anni, l'attenzione dei ricercatori nel settore agricolo, si è focalizzata sullo studio dei residui dell'industria alimentare come fonte di molecole in grado di stimolare il metabolismo vegetale. Tali composti, applicati in piccole dosi alle piante, sono in grado di incrementare lo sviluppo delle radici, migliorando così l'assorbimento dei nutrienti e il loro utilizzo da parte delle piante. L'azione di questi prodotti sul metabolismo vegetale, varia in funzione della matrice di partenza e della specie utilizzata. Per meglio comprendere quali possano essere le componenti bioattive all'interno di questi prodotti, è importante applicare procedure analitiche che non richiedano pretrattamenti del campione da analizzare. Le tecniche spettroscopiche vibrazionali sono considerate strumenti di identificazione di strutture molecolari anche in miscele complesse come gli estratti vegetali, sia in formulazione solida che in soluzione. In questo studio, le tecniche FT-IR e FT-Raman sono state applicate per analizzare gli estratti di uva rossa, frutti di mirtillo, alghe e foglie di biancospino. Gli spettri FT-IR e FT-Raman degli estratti sono risultati complementari nelle vibrazioni delle principali bande. Nello specifico, l'estratto di mirtillo ha mostrato principalmente i gruppi aromatici nello spettro FT-Raman, mentre i gruppi acidi/alcoolici sono risultati più intensi nello spettro FT-IR. La quantità di composti fenolici è stata inoltre determinata mediante HPLC. Gli estratti vegetali sono stati testati su piante di *Zea mays* L. per saggiare la loro capacità di stimolare la crescita delle piante e l'attività della fenilalanina ammonia-liasi (PAL), un enzima chiave nella biosintesi dei polifenoli. I risultati ottenuti hanno indicato che tutti gli estratti vegetali testati sono stati in grado di incrementare la crescita delle piante e l'attività dell'enzima PAL, probabilmente per la presenza di diversi composti fenolici.



## AZIENDA E RICERCA: SINERGIE E FEED-BACK DAL CAMPO

**M.Graiff<sup>1</sup>, C. Franceschi<sup>1</sup>, I.Tabarelli<sup>1</sup>, C. Manoli<sup>1</sup>, A. Bertoletti<sup>2</sup>, G. Sartori<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*ILSA S.p.A., via Quinta Strada 28, 36071 Arzignano (VI), Italy.*

<sup>2</sup>*Az. Agr. Forini Tarcisio, Via Cesare Battisti 78/80, 24060 Telgate (BG), Italy*

<sup>3</sup>*O.P. il Tricolore S.C.A. a r.l., Via Cesare Battisti 78/80, 24060 Telgate (BG), Italy*

*E-mail: cfranceschi@ilsagroup.com*

Nel vasto panorama dei biostimolanti, gli idrolizzati proteici e le sostanze umiche costituiscono una realtà tra le più studiate a livello scientifico, utilizzate con successo a livello tecnico-agronomico ed apprezzate dal mondo agricolo.

Tra le aziende che meglio hanno saputo fare tesoro delle conoscenze acquisite dalla comunità scientifica, ILSA ha consolidato la propria posizione nazionale ed internazionale di leader nella produzione sostenibile di biostimolanti specifici per l'agricoltura professionale.

La collaborazione con enti, istituti ed università ha portato alla realizzazione di un prodotto specifico con effetto di stimolazione della biomassa e radicazione delle colture per la IV gamma.

Nel presente lavoro sono presentati i risultati della sperimentazione condotta presso un'azienda agricola, specializzata nella coltivazione e commercializzazione di colture per la IV gamma.

## IDENTIFICAZIONE E SAGGI DI BIOATTIVITÀ DI UN SESQUITERPENE DALLA SPECIE ALLELOPATICA *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA*.

M. Nègre<sup>1</sup>, F. Molinaro<sup>1</sup>, C. Mozzetti-Monterumici<sup>1</sup>, O. Tyc<sup>2</sup>, P. Garbeva<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Agroalimentari, L.go P. Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), Italy.

<sup>2</sup>Netherlands Institute voor Ecologie NIOO-KNAW, Microbial Ecology, .Droevendaalsesteeg 10, 6708 PB Wageningen, The Netherlands.

E-mail: michele.negre@unito.it

Gli ultimi decenni hanno visto crescere l'attenzione relativa ai rischi circa l'inquinamento ambientale e la salute umana legati all'ampio utilizzo di agrofarmaci sintetici persistenti. Questa consapevolezza e attenzione porta oggi i regolamenti ad essere sempre più restrittivi nella scelta dei trattamenti e chiede alla ricerca nuove strategie. Per questi presupposti, le specie ad azione allelopatica, in grado di produrre un ampio panorama di molecole con diverse attività sulle specie circostanti, possono fornire nuovi spunti. *Ambrosia artemisiifolia* L. è una specie invasiva proveniente dal Nord America e attualmente diffusa in tutta Europa, nota per gli effetti allergenici del suo polline e studiata per gli effetti di inibizione delle colture e per l'elevata invasività.

Questo progetto è nato con lo scopo di identificare un composto con particolari attività di inibizione partendo dall'estratto di *A. artemisiifolia*, identificarlo e caratterizzarne i principali effetti inibitori. La selezione del composto è stata effettuata tramite esperimenti di estrazione e frazionamento sequenziali dell'estratto di *A. artemisiifolia*, sottoponendo le diverse frazioni a test di germinazione su semi di crescione. Una volta identificata la frazione contenente il composto che presentava il massimo effetto di inibizione si è proceduto all'identificazione della molecola tramite LC-MS/MS, HRMS, FTIR e <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C NMR. La molecola è stata identificata come il sesquiterpene dilatone isabelin, scoperta nel 1969, le cui proprietà allelochimiche non erano state esplorate.

Per la caratterizzazione strutturale della molecola, è stato sviluppato un protocollo di LC preparativa che ha permesso di svolgere diversi test sulla molecola purificata. La capacità inibente della molecola pura e dell'estratto sono stati verificati su semi di colza, loglio, trifoglio e rafano.

Il composto è stato anche testato su diversi microrganismi del suolo, quali ceppi fungini e batterici, e su alcuni organismi modello di patogeni umani. I test effettuati hanno mostrato una capacità di inibizione di un ceppo di *Paenibacillus* dei batteri del suolo e di *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans* dei patogeni umani.

Ulteriori studi saranno volti a sfruttare le proprietà inibenti della molecola e dell'estratto di *A. artemisiifolia* nell'ambito del controllo delle infestanti nonché per esplorare le possibilità di applicazione sui microrganismi.

## BIOCHAR DA SANSÀ: CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA, USO AMMENDANTE E CONTRIBUTO AL SEQUESTRO DI CARBONIO

L. Piscitelli<sup>1,3</sup>, D. Mondelli<sup>3</sup>, D. Rasse<sup>2</sup>, G.N. Mezzapesa<sup>1</sup>, A. Aly<sup>1</sup>, A.D. Malerba<sup>3</sup>, T. Miano<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> CIHEAM - Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, Valenzano (BA), Italia

<sup>2</sup> Division of Environment and Natural Resources, Norwegian Institute of Bioeconomy Research, Ås, Norvegia

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia

E-mail: piscitelli@iamb.it

Il crescente consumo di olio di oliva sta portando a un conseguente aumento dei sottoprodotti di trasformazione sia solidi che liquidi. Data la sua larga disponibilità e il buon potere calorifico, la frazione solida di questi sottoprodotti ricopre un certo interesse nella produzione di energia e tra le tecniche di conversione delle biomasse la pirolisi ha un ruolo di sempre maggior rilievo, poiché alla produzione energetica associa la produzione di biochar.

In questo studio la sansa olearia, derivante da processo a tre fasi, è stata pirolizzata a 450°C per 1 ora sotto un flusso moderato e costante di azoto. Prima di procedere alla caratterizzazione il biochar è stato lavato con acqua al fine di allontanare la frazione polverulenta e la componente labile. Il biochar prodotto è stato analizzato per alcune proprietà fisiche (struttura, analisi della superficie e dimensione delle particelle) ed è stato caratterizzato chimicamente (composizione elementare, carbonio fissato o volatile e forme chimiche di carbonio). Sono state esaminate alcune proprietà per il suo uso come ammendante del suolo (fitotossicità, nutrienti ritenuti superficialmente e capacità di ritenere l'acqua) ed infine è stato valutato il suo potenziale nel sequestro di carbonio.

Il processo di pirolisi ha avuto una resa in biochar pari al 35% e con esso sono stati prodotti tar e syngas (rispettivamente 30 e 35%). L'analisi di microscopia elettronica a scansione ha evidenziato una superficie irregolare del biochar con dimensione dei pori variabile. Da un punto di vista chimico il biochar da sansa ha mostrato un'alta percentuale di carbonio fissato e un basso contenuto in ceneri. Dalle analisi elementari si osserva un'elevata percentuale di carbonio, pari al 77,5%, idrogeno e ossigeno rispettivamente di 2,5 e 7,5%.

In merito all'uso come ammendante, il biochar presenta una reazione alcalina, una bassa conducibilità elettrica e soprattutto non è fitotossico. Queste caratteristiche intrinseche unite ad una bassa densità apparente, una buona capacità di ritenzione idrica e a numerosi cationi legati alla superficie esterna, rendono il biochar potenzialmente un buon ammendante del suolo e la dimensione della maggior parte delle sue particelle (compresa tra i 2 e i 0,5 mm) ne agevola la distribuzione manuale o meccanizzata.

Considerando i rapporti molarli (H:C e O:C) e la percentuale di carbonio fissato è possibile stabilire l'alta refrattarietà del biochar alla degradazione; se a questi fattori si aggiunge l'elevata percentuale di carbonio immagazzinato nel biochar (48%), il contributo al potenziale sequestro di carbonio in suoli agrari diventa sicuramente più prevedibile.

In conclusione, il biochar da sansa presenta numerose caratteristiche che lo rendono un valido ammendante del suolo e, in termini di economia circolare, la sua produzione rappresenta un'ottima strategia di gestione delle biomasse di scarto, sostenibile anche a livello ambientale.

## RECOVERY OF ENERGY AND PLANT NUTRIENTS FROM AFLATOXIN B1 CONTAMINATED CORN THROUGH BIOLOGICAL TREATMENTS

C. Tacconi<sup>1</sup>, M. Cucina<sup>1</sup>, D. Pezzolla<sup>1</sup>, C. Zadra<sup>2</sup>, G. Gigliotti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, University of Perugia, ITALY

<sup>2</sup>Department of Pharmaceutical Sciences, University of Perugia, ITALY

E-mail: giovanni.gigliotti@unipg.it

Aflatoxin B1 (AFB1) is a highly toxic secondary metabolite, predominantly produced by some strains of fungi (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus nomius* and *Aspergillus parasiticus*). AFB1 contaminated corn is considered a waste, but the integrated anaerobic-aerobic biological treatment can represent an interesting procedure to recover both energy and plant nutrients through the anaerobic digestion of the organic waste and the following composting of the digestate.

The main objective of the present work was to investigate the suitability of the integrated treatment for the valorisation of AFB1 contaminated corn and the fate of this mycotoxin during the treatments.

AFB1 contaminated corn (100 ppb) was co-digested with pig slurry, using an anaerobic digestate as inoculum (feedstock ratio: 2.5% - 22.5 % - 75% w/w, respectively). 15 L, stirred, mesophilic (37°C) batch reactors were used for the experiment and the production of biogas and bio-methane were measured during 30 days. The obtained digestate was then composted with wood chips and cereal straw (mixture ratio: 42 % - 54 % - 4% w/w, respectively) using a 300 L composter (static and passively aerated). The determination of several chemical parameters were carried out on both digestate and compost (total solids, volatile solids, total organic C, total N, total P, total K, humification parameters, germination index) in order to evaluate the effectiveness of the integrated biological processes in terms of organic matter quality and aflatoxin removal.

Anaerobic digestion allowed to recover an interesting bio-methane yield from AFB1 contaminated corn, demonstrating that the process was not affected by the presence of the mycotoxin. Nevertheless, the agricultural quality of the digestate was not sufficient for its agricultural reuse (i.e. germination index was near 0%). Whereas, the subsequent composting of the digestate produced a high quality organic amendment characterized by high organic matter stabilisation (humification degree was 57.2 %) and interesting contents of macronutrients (2.4%, 0.24% and 1.5% of N, P and K, respectively). The AFB1 degradation during anaerobic digestion was about 70%, suggesting that the anaerobic conditions contribute significantly to the AFB1 decrease and may permit the following reuse of the digestate as substrate for composting. Although the AFB1 determination in the final compost is ongoing, it might state that the integrated anaerobic-aerobic treatment is as a suitable strategy to obtain a complete valorisation of this organic waste.



## VALORISATION OF AFLATOXIN B1 CONTAMINATED CORN THROUGH COMPOSTING

C. Tacconi<sup>1</sup>, M. Cucina<sup>1</sup>, D. Pezzolla<sup>1</sup>, C. Zadra<sup>2</sup>, G. Gigliotti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, University of Perugia, ITALY

<sup>2</sup>Department of Pharmaceutical Sciences, University of Perugia, ITALY

E-mail: giovanni.gigliotti@unipg.it

Aflatoxin B1 (AFB1) is a highly toxic secondary metabolite, predominantly produced by some strains of fungi such as *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nomius* and *Aspergillus parasiticus*. The climate change and the incorrect agronomic practices in crop management before and after harvesting caused an increase in the annual quantity of contaminated corn production. According to European law (EC regulation 1881/2006 and 32/2002), corn contaminated with level higher than the legal limits cannot be used for human and animal nutrition, thus, it is considered a waste. Consequently, it must be disposed by incineration or landfilling.

Composting may represent a suitable strategy to recover plant nutrients from AFB1 contaminated corn. Indeed, several researches showed that aerobic microorganisms are effective for AFB1 degradation. Nevertheless, the possible recovery of AFB1 contaminated corn through composting has never been investigated. Thus, the aim of the present research was to evaluate (1) the suitability of AFB1 contaminated corn for composting, (2) the quality of the final compost and (3) the AFB1 concentration at the end of the processes.

To achieve this aim two composting trials were conducted using the following initial mixtures: (A) AFB1 contaminated corn (100 ppb) 12% + Pig slurry 40% + Wood chips 40% + Cereal straw 8% w/w; (B) AFB1 contaminated corn (100 ppb) 14% + Municipal organic solid waste 43% + Wood chips 43% w/w. Both mixtures were prepared and composted in 300 L laboratory composter (static and passively aerated) and the temperature was measured by using temperature probes. The process was monitored for several chemical parameters (total solids, volatile solids, total organic C, total N, total P, total K, humification parameters, germination index) and the quality of the final composts was assessed according to the limits prescribed by the Italian law concerning organic fertilisers (Decree 75/2010).

The evolution of the composting processes was not affected by the presence of AFB1 contaminated corn in both mixtures tested. Conversely, the high C content of corn contributed to the increase of temperatures (76°C and 75°C for mixture A and mixture B, respectively) and to the organic matter loss (61.9% and 80.2% for mixture A and mixture B, respectively) during the composting. In addition, the final composts accomplished the limit values prescribed by Decree 75/2010, demonstrating the enhancement of organic matter quality and the compost maturity (germination index of mixture A and mixture B were 103.6 % and 112.9 %, respectively)

Even, the determination of AFB1 residues in the final compost is actually in progress, composting appears as a suitable strategy to recover nutrients from AFB1 contaminated corn.

Con il patrocinio di:



Con il contributo di:



SUMMER SCHOOL

Gruppo Italiano Fitofarmaci e Ambiente

XI NATIONAL MEETING

Italian Chapter of the International Humic Substances Society

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) - Sez. di Chimica Agraria, Università di Catania  
Via S. Sofia, 98 - 95123 Catania. Tel: 095-7580241-234