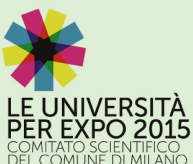


XXXII° CONVEGNO NAZIONALE 07. DELLA SOCIETÀ ITALIANA 09. DI CHIMICA AGRARIA

settembre
2014
Bolzano, Italia

Libera Università di Bolzano
Facoltà di Scienze e Tecnologie



con il patrocinio del
Comitato Scientifico
per EXPO del
Comune di Milano



Fakultät für Naturwissenschaften und Technik
Facoltà di Scienze e Tecnologie
Faculty of Science and Technology



Thermo
SCIENTIFIC

XXXII CONVEGNO NAZIONALE Società Italiana di Chimica Agraria

*“Il potenziale biologico del sistema pianta-microorganismi-suolo come chiave della
sostenibilità e qualità delle produzioni”*

Atti del Convegno

**Bolzano 7-9 Settembre 2014
Piazza Università 1,
39100 Bolzano**

Comitato organizzatore

Università di Verona

Zeno Varanini (Presidente), Anita Zamboni

Libera Università di Bolzano

Stefano Cesco (Coordinatore), Tanja Mimmo, Youry Pii
Fabio Valentinuzzi, Calogero Capici

Comitato scientifico

Stefano Cesco - Libera Università di Bolzano

Tanja Mimmo - Libera Università di Bolzano

Zeno Varanini - Università di Verona

Anita Zamboni - Università di Verona

Teodoro Miano - Università di Bari

Claudio Ciavatta - Università di Bologna

Luciano Cavani - Università di Bologna

Paola Adamo - Università di Napoli Federico II

Luigi Badalucco - Università di Palermo

Marco Trevisan - Università di Piacenza

Luisella Celi - Università di Torino

Roberto Pinton - Università di Udine

Segreteria Organizzativa

Tanja Mimmo

Youry Pii

Anita Zamboni

sica2014@unibz.it, www.sica2014.it

Con il patrocinio di:

Libera Università di Bolzano

Università degli Studi di Verona

Società Italiana di Chimica Agraria

Comitato Scientifico per Expo del Comune di Milano

Con il contributo di

Olio Garda D.O.P

Thermo Fisher Scientific

Thermo
SCIENTIFIC



Sommario

PROGRAMMA	I
<i>Keynotes</i>	1
<i>Sessione I - Gestione sostenibile del suolo per la qualità e sicurezza alimentare</i>	4
<i>SESSIONE II – Stress abiotici, interazioni tra microelementi chiave per la nutrizione vegetale e strategie atte ad aumentare la produttività dei sistemi agricoli</i>	31
<i>SESSIONE III – La Chimica Agraria: fulcro per la sostenibilità delle produzioni e la sicurezza ambientale</i>	67
<i>Indice degli Autori</i>	86

PROGRAMMA

Domenica 7 settembre 2014

18.00 – 21.00 *Registrazione e welcome reception*
Libera Università di Bolzano, Edificio "F", ultimo piano, sala F6 e terrazzo

Lunedì 8 settembre 2014

8.30 – 10.00 *Registrazione e coffe break di benvenuto, corridoio (D1.01)*

10.00 – 10.30 *Saluti di Benvenuto – Aula D1.01*

SESSIONE I – Gestione sostenibile del suolo per la qualità e sicurezza alimentare – Aula D1.01

Moderatori Matteo Spagnuolo e Vito Armando Laudicina

10.30 – 11.15 Relazione ad invito

Phosphorus biogeochemistry in the rhizosphere: less is more?

Philippe Hinsinger

INRA Montpellier

11.15 – 11.30 *Nuovi approcci per comprendere la dinamica della conservazione del carbonio nel suolo*

Luca Corno

Università degli Studi di Milano

11.30 – 11.45 *Resource driven community dynamics in a temperate paddy soil and the role of archaea in nitrogen assimilation and denitrification*

Maria Alexandra Cucu

Università degli Studi di Torino

11.45 – 12.00 *La biodegradazione di complessi citrato-Al può ridurre la solubilità del Cu in suoli calcarei*

Roberto Terzano

Università degli Studi di Bari

12.00 – 12.15 *Functional gene diversity and functional activity of trace element contaminated soils under short rotation coppice management in field trials of the EU-granted GREENLAND project*

Giancarlo Renella

Università degli Studi di Firenze

12.15 – 12.30 *Effetto di diverse tecniche di gestione dell'acqua sulla disponibilità di As per il riso*

Maria Martin

Università degli Studi di Torino

12.30 – 12.45 *Effetti dell'ammendamento con compost e dell'inoculazione con funghi micorrizici arbuscolari sulla fertilità del suolo e sulla crescita di Zea mays in pieno campo*

Vincenza Cozzolino

Università degli Studi di Napoli Federico II

12.45 – 14.00 Pausa pranzo

14.00 – 15.30 Visione poster

15.30 – 16.00 Coffee break

16.00 – 17.30 **Tavola Rotonda “La ricerca in chimica agraria nella prospettiva Horizon2020”**

Moderatore: Zeno Varanini

Intervengono: Stefano Bisoffi, Paolo Nannipieri, Marco Trevisan, Maurizio Cocucci

17.30 – 18.30 Assemblea dei Soci

20.30 Cena Sociale

Parkhotel Laurin

Via Laurin Straße 4, I - 39100 Bolzano Bozen

www.laurin.it

Martedì 9 settembre 2014

SESSIONE II – Stress abiotici, interazioni tra microelementi chiave per la nutrizione vegetale e strategie atte ad aumentare la produttività dei sistemi agricoli – Aula D1.01

Moderatori Stefania Astolfi e Daniele Del Buono

9.00 – 9.45 Relazione ad invito

La cooperazione pianta-fungo micorrizico per la nutrizione minerale dei vegetali

Paola Bonfante

Università degli Studi di Torino

9.45 – 10.00 *Caratterizzazione di essudati radicali rilasciati da linee pure di mais durante l'induzione da nitrato*

Anita Zamboni

Università degli Studi di Verona

10.00 – 10.15 *Approcci metabolomici per la comprensione dell'effetto di biostimolanti vegetali su lattuga sottoposta a stress salino*

Luigi Lucini

Università Cattolica Sacro Cuore

10.15 – 10.30 *Over-expression of L-galactono-1,4-lactone dehydrogenase gene increase ascorbate concentration in leaves of Lactuca sativa L. (var. Iceberg)*

Marco Landi

Università degli Studi di Pisa

10.30 – 11.00 Coffee break

11.00 – 11.15 *Cooperative effect of root exudates on the toxicity of Cu(II) ions towards plants*

Elena Mele

Università degli Studi di Sassari

- 11.15 – 11.30 *Interazione tra l'omeostasi del ferro e del molibdeno in mitocondri di Cucumis sativus L.*
Gianpiero Vigani
 Università degli Studi di Milano
- 11.30 – 11.45 *Biofortificazione con selenio di orticole destinate alla IV gamma*
Nicola Tomasi
 Università degli Studi di Udine
- 11.45 – 13.00 Visione poster
- 13.00 - 14.30 Pausa pranzo

**SESSIONE III – La Chimica Agraria: fulcro per la sostenibilità delle produzioni e la sicurezza ambientale
 – Aula D1.01**

Moderatori Giancarlo Renella e Luciano Cavani

- 14.30 – 14.45 *Impiego di microalghe per la rimozione di composti inorganici ed agrofarmaci dall'acqua*
Andrea Baglieri
 Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari
 Università degli Studi di Catania
- 14.45 – 15.00 *Evaluation of hormone-like activity of dissolved organic matter fraction (DOM) of compost and digestate*
Barbara Scaglia
 Università degli Studi di Milano
- 15.00 – 15.15 *Ottenimento di un ammendante compostato misto da sottoprodotti dell'Industria Farmaceutica: problematiche ed opportunità*
Mirko Cucina
 Università degli Studi di Perugia
- 15.15 – 16.30 **Tavola Rotonda** "Impiego agronomico dei digestati: luci e ombre di una risorsa da non sprecare"
Moderatori: Claudio Ciavatta e Fabrizio Adani
- 16.30 – 17.00 Premiazione delle migliori 3 tesi di Dottorato di ricerca e chiusura dei lavori

Keynotes

Phosphorus biogeochemistry in the rhizosphere: less is more?

Philippe Hinsinger

INRA, UMR Eco&Sols, 34060 Montpellier, France

Most plant nutrition models assume that phosphorus (P) is depleted in the rhizosphere, as a consequence of P uptake by roots and restricted diffusion of phosphate ions in the soil. These models adequately predict P acquisition in P-rich soils, but most often underestimate the actual acquisition of P by plants grown in P-poor soils. In this talk, we challenge the hypothesis of P depletion being the driving force of P acquisition in the rhizosphere and show that P biogeochemistry is multi-faceted and central to the understanding of plant nutrition strategies. Supporting evidence is provided by sampling and analysing the rhizosphere of various plant species, either grown alone or intercropped, in various types of conditions, from microcosms to field plots: rhizobox, pot and field experiments conducted in soils of contrasting P-status, have been used to measure changes in P availability relative to bulk soil, and consistently showed that P availability (water and Olsen extracts) was almost systematically increasing in the rhizosphere, for both the P-poor and P-rich soils, but more so for the P-poor soils. The absence of P depletion suggested that P acquisition and thus bioavailability was ruled by other processes than P uptake. Geochemical modelling helped elucidating the contribution and interactions of root-induced pH changes together with the uptake of P and calcium, and for some plant species carboxylate exudation. The rhizosphere can thereby be P-enriched rather than becoming P-impoverished, which contradicts common knowledge. We also showed the potential implication of microbial communities and the cycling of P in the microbial biomass in the rhizosphere, possibly implying abiotic and biotic (microbial predation) controls. Biogeochemical processes other than P uptake have definitely to be accounted for to adequately predict P nutrition in crops.

La cooperazione pianta-fungo micorrizico per la nutrizione minerale dei vegetali

M. Giovannetti, V. Volpe X. Sun, X.Xianan, M.Chialva, M. Novero, P. Bonfante

Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Torino, Torino, Italy

Come fanno le piante a procurarsi gli elementi minerali indispensabili per lo svolgimento delle loro funzioni vitali? Da tempo si sa che molte piante terrestri usano una doppia via: da una parte utilizzano trasportatori localizzati sulla superficie radicale, dall'altra sfruttano la via simbiotica. In questo caso gli attori principali sono dei funghi, i micorrizici arbuscolari (AM), che vivono associati alle radici, uniti in una simbiosi che risale a circa 450 MYA.

La presentazione ha come scopo quello di illustrare le basi cellulari dell'interazione pianta-funghi AM e poi di analizzare come essi migliorano -soprattutto in condizioni di suoli poveri- l'assorbimento di numerosi elementi minerali.

Grazie ad una combinazione di genetica, approcci molecolari, cellulari e metabolomici, abbiamo dimostrato che il trasportatore del fosfato di *Lotus japonicus* (*LjPT4*) svolge multiple funzioni: permette il trasferimento di P dal fungo alla pianta; controlla la morfogenesi dell'arbuscolo nel fungo, ma è anche espresso negli apici radicali dove influenza la morfogenesi radicale, probabilmente agendo come sensore per il livello di P. Inoltre analisi di RNA-seq realizzate su frutti di pomodoro provenienti da piante micorrizzate e a bassa fertilizzazione rivelano che si attiva un trasportatore del fosfato (*LePT7*) diverso da quelli espressi nella radice, dimostrando quindi che l'effetto sistemico richiede specifici attori molecolari. Solo da poco tempo sappiamo che anche l'assorbimento del solfato è controllato dalla micorrizzazione: un trasportatore del solfato (*LjSultr1:2*) non solo è espresso nelle cellule arbuscolate ma anche nelle radici non micorrizzate, dimostrando come le vie simbiotiche per l'acquisizione dei minerali seguano diverse strategie a seconda dei nutrienti.

In conclusione, indipendentemente dall'effetto crescita che può essere più o meno evidente, la cooperazione tra pianta e fungo porta sicuramente a migliorare lo stato nutrizionale dei partner esercitando un forte impatto sul benessere dell'intera pianta.

Sessione I - Gestione sostenibile del suolo per la qualità e sicurezza alimentare

Functional gene diversity and functional activity of trace element contaminated soils under short rotation coppice management in field trials of the EU-granted GREENLAND project

Xue Kai¹, Van Nostrand Joy¹, Zhou Jizhong¹, Witters Nele², Janssen Jolien², Vangronsveld Jaco², Marchand Lilian³, Mench Michel³, Neu Silke⁴, Müller Ingo⁴, Kumpiene Jurate⁵, Siebelec Grzegorz⁶, Galazka Rafal⁶, Giagnoni Laura⁷, Arenella Mariarita⁷, Renella Giancarlo⁷

¹Institute for Environmental Genomics and Department of Botany and Microbiology, University of Oklahoma, Norman, U.S.A.

²Centre for Environmental Sciences, Hasselt University, Hasselt, Belgium

³UMR BIOGECO INRA 1202, University of Bordeaux, Bordeaux, France

⁴Saxon State Office for Environment, Agriculture and Geology, Dresden, Germany

⁵Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden

⁶Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Pulawy, Poland

⁷Department of Agrifood Production and Environmental Sciences, University of Florence, Florence, Italy

We studied the functional gene diversity, biochemical activity, trace element solubility and toxicity of soils contaminated by various trace elements and remediated by using short rotation coppice (SRC) regimes in field experiments across Europe. Functional diversity of soil microbial communities was analyzed by the GeoChip microarray technology containing probes targeting genes involved in nutrient cycling, metal resistance and cell stress. The GeoChip data were correlated with soil chemical properties, trace element solubility and soil biochemical activity. The main results were that the soils under SRC showed higher biochemical activity and lower TEs availability than untreated soils, likely due to the beneficial effects of plant growth and soil management. Soils under SRC also showed higher diversity of genes involved in C, N, P and S cycles and genes involved in resistance to trace elements, and also higher biochemical activity. While soils under SRC and their respective controls showed a relatively high genetic overlapping, likely due to their very similar geochemical properties, soil toxicity, nutrient and TEs availability were important factors in shaping the microbial communities in the SRC soils. It was concluded that in TE contaminated soils functional gene diversity and functional activity are influenced by soil management through the reduction of trace element availability and soil toxicity and the increase of nutrient availability. These results can be important in optimizing the plant-based soil remediation options and predict the long term sustainability of the phytoremediated soils.

Nuovi approcci per comprendere la dinamica della conservazione del carbonio nel suolo

Tambone Fulvia, Corno Luca, Salati Silvia, Adani Fabrizio

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, territorio e agroenergia, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

Per valutare i meccanismi di conservazione della sostanza organica nel suolo e la sua dinamica, si è proceduto alla caratterizzazione chimica di una svariata gamma di suoli agrari, in modo che fossero rappresentativi delle diverse realtà agricole presenti sul territorio. La sostanza organica è stata suddivisa nelle diverse frazioni che si conservano in modalità e tempi differenti: carbonio labile, carbonio protetto dai minerali e carbonio recalcitrante. Lo studio ha permesso di definire che la tipologia di carbonio prevalente è labile, carbonio prontamente disponibile che dovrebbe mostrare un turnover più veloce rispetto alle altre frazioni. Secondariamente, in ordine decrescente, sono presenti il carbonio protetto dai minerali, che interagisce con le argille del suolo, e il carbonio recalcitrante, che si conserva grazie alle proprie caratteristiche chimico-fisiche. Sono state confermate le note proprietà benefiche che il carbonio ha nei confronti dei principali parametri del suolo, quali azoto, fosforo, rapporto C/N e attività biologica. È stato possibile notare che tali proprietà sono date soprattutto dalla frazione di carbonio labile, il carbonio più biodisponibile. Mediante la determinazione della tessitura sia apparente che reale è stato possibile correlare positivamente il carbonio protetto con l'argilla direttamente coinvolta in tale processo. È stato possibile definire che, in parte, la conservazione del carbonio organico dipende dal contenuto e, probabilmente, dalle tipologie di argille presenti. È verosimile che in questi processi di conservazione rientrino anche gli ossidi e idrossidi di Fe che formano degli aggregati che limitano l'accessibilità di questo carbonio alla degradazione microbica. Queste recenti scoperte possono trovare conferma nella radiodattazione ^{14}C delle frazioni carboniose. Nota l'età media del carbonio presente, è possibile stimare quanto sia influente l'interazione dei minerali nel processo di stabilizzazione e conservazione della sostanza organica.

Resource driven community dynamics in a temperate paddy soil and the role of archaea in nitrogen assimilation and denitrification

Cucu Maria Alexandra¹, Marhan Sven², Said-Pullicino Daniel¹, Rasche Frank³, Kandeler Ellen², Celi Luisella¹

¹ Rice Agro-ecosystem and Environmental Research Group, Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, University of Turin, Italy

² Soil Science and Land Evaluation, Soil Biology Section, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany,

³ Insitute of Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics, Plant Production Section, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany

The low nitrogen (N) use efficiency in fertilized paddy soils is mainly related to microbial driven processes leading to N immobilization and gaseous losses especially as N₂, under continuous flooded conditions. In these environments, microbial functions are strongly related to resource availability which in turn depends on soil carbon (C) and N cycling. In this study we unraveled the effects of straw incorporation on the abundance and structure of total prokaryotic communities with particular emphasis to active N assimilatory archaeal denitrifiers. A temperate paddy soil was incubated under submerged conditions with or without straw and fertilized with either ¹⁵N-enriched (99 atom% ¹⁵N) or non-enriched (NH₄)₂SO₄. Chemical, and molecular fingerprinting analyses were adopted to assess the response of active N cycling archaea involved in N immobilization and complete denitrification, through archaeal glutamate dehydrogenase (gdhA) and N₂O reductase (arc-nosZ) genes respectively. A change in the community structure and a higher abundance of arc-nosZ gene were observed in the no straw with respect to straw treatment. This higher abundance was attributed to NH₄⁺ assimilation by N₂O reducing archaea, confirmed by the ¹⁵N-enrichment of active gdhA gene. Denitrifying archaea were able to control their metabolism in response to the different availability of inorganic and organic N and C resources, by both chemotrophic and heterotrophic processes, although in the presence of straw, bacteria harboring nosZ genes may also contribute to the completion of denitrification. Thus N assimilation appeared to be a critical precursor of archaeal complete denitrification, highlighting the crucial role of archaea in controlling N immobilization and losses in paddies, especially in the absence of straw.

La biodegradazione di complessi citrato-Al può ridurre la solubilità del Cu in suoli calcarei

Cuccovillo Giovanni¹, Pascazio Silvia¹, Crecchio Carmine¹, Lettino Antonio², Fiore Saverio², Tomasi Nicola³, Pinton Roberto³, Cesco Stefano⁴, Mimmo Tanja⁴, Terzano Roberto¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Bari, Italy

² Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, C.N.R., Tito Scalo (PZ), Italy

³ Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Udine, Udine, Italy

⁴ Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

I vegetali sono capaci di adattarsi alle diverse condizioni edafiche rilasciando nel suolo una grande varietà di composti organici. Fra questi, il citrato è una delle molecole con la più elevata capacità di mobilizzazione di micronutrienti (Fe, Cu, Zn). E' interessante osservare che il citrato è in grado di complessare anche l'Al che è uno dei costituenti principali dei minerali del suolo. In un suolo coltivato calcareo (pH 8.2, CaCO₃ 61.8% p/p, Corg 0.86% p/p) è stato osservato che, a differenza di altri elementi quali Al, Fe e Mn, il citrato non era in grado di mobilizzare il Cu. Analisi SEM-EDX hanno mostrato la presenza di coprecipitati di Cu con (idr)ossidi di Al. Si è quindi ipotizzato che questo tipo di fenomeno fosse possibile in condizioni alcaline e di elevata attività microbica, tali da consentire la contemporanea degradazione dei complessi citrato-Al e la coprecipitazione di (idr)ossidi di Al e Cu, diminuendo così la solubilizzazione del Cu da parte del citrato. È stata verificata tale ipotesi dapprima simulando artificialmente la progressiva scomparsa del citrato in una sospensione contenente calcite, citrato, Al e Cu e, successivamente, inoculando nella sospensione microorganismi estratti dal suolo ed incubandoli per tempi diversi. In entrambi i casi si è osservata una marcata e contemporanea diminuzione della solubilità di Al e Cu non appena la concentrazione del citrato diminuiva circa del 60%. L'andamento della solubilità dei due elementi in funzione della concentrazione di citrato in soluzione era inoltre molto simile e analisi SEM-EDX hanno mostrato la formazione di (idr)ossidi di Al e Cu analoghi a quelli osservati nel suolo reale. In conclusione, in particolari condizioni quali quelle che si possono riscontrare nella rizosfera di suoli calcarei, il citrato può non essere un essudato efficiente nella mobilizzazione del Cu dal suolo a causa di possibili fenomeni di coprecipitazione con (idr)ossidi di Al, che ne riducono drasticamente la solubilità.

Ricerca eseguita con contributo MIUR, programma FIRB2012.

Effetto di diverse tecniche di gestione dell'acqua sulla disponibilità di As per il riso

Martin Maria¹, Romani, Marco², Zanzo Elena¹, Miniotti Eleonora¹, Tenni Daniele², Beone Gian Maria³, Cattani Ilenia³, Fontanella Maria Chiara³, Barberis Elisabetta¹

¹ DISAFA, Università degli Studi di Torino, Grugliasco, Italy

² Ente Nazionale Risi, Castello d'Agogna, Italy

³ Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy

Il consumo di riso potrebbe rappresentare una delle più significative fonti di As nell'alimentazione, poiché le condizioni di sommersione in cui viene generalmente coltivato rendono questo cereale particolarmente soggetto all'accumulo di As. La quantità di As nel riso diminuisce drasticamente se coltivato in condizioni aerobiche ("aerobic rice"), ma si ha per contro un calo rilevante della produttività e, spesso, un aumento della concentrazione di Cd. Si è voluto quindi verificare se l'utilizzo di asciutte programmate, in diverse fasi di sviluppo della coltura, potesse indurre una sostanziale diminuzione dell'assimilabilità dell'As limitando gli effetti negativi della coltivazione aerobica. Le tesi, esaminate sia con semina in acqua, sia con semina interrata, comprendevano: aerobic rice, sommersione continua, sommersione con un'asciutta a inizio o a metà levata. La sperimentazione ha provato l'efficacia delle asciutte nel diminuire la concentrazione di As nella soluzione del suolo. L'As dissolto reagiva prontamente alle variazioni di potenziale redox indotte dalle asciutte. La sua quantità era in relazione con Fe(II), Mn(II), DOC, mentre, nella prima fase del ciclo colturale, vi era una relazione inversa con il contenuto di Si in soluzione. Sia l'epoca della sommersione, sia quella delle asciutte, hanno contribuito a determinare l'entità del picco di massima concentrazione di As dissolto, nonché il momento in cui si è verificato. Questo secondo aspetto è parso preponderante nel determinare il contenuto in As di paglia e granella e ha evidenziato una maggior efficacia dell'asciutta a metà piuttosto che a inizio levata. L'effetto delle asciutte è risultato più significativo rispetto al tipo di semina. Ulteriori ricerche sono in corso per ottimizzare la gestione dell'acqua per diminuire ulteriormente la fitodisponibilità e l'accumulo di As nel riso, in vista dell'applicazione in campo.

Effetti dell'ammendamento con compost e dell'inoculazione con funghi micorrizici arbuscolari sulla fertilità del suolo e sulla crescita di *Zea mays* in pieno campo

Cozzolino Vincenza¹, Monda Hiarhi¹, Di Meo Vincenzo², Spaccini Riccardo¹, Piccolo Alessandro¹

¹Centro Interdipartimentale di Ricerca sulla Risonanza Magnetica Nucleare per l'Ambiente Agro-Alimentare e Nuovi Materiali (CERMANU), Università di Napoli Federico II, Portici, NA, Italy

²Dipartimento di Agraria, Università degli studi di Napoli Federico II, Portici, Portici (NA), Italy

L'adozione di sistemi di produzione agricola ecosostenibili prevede la progettazione e la gestione di processi biologici, che esaltino l'utilizzo della componente biotica degli agroecosistemi e il recupero di materiale organico di scarto di diversa origine. Nel presente studio è stata valutata l'efficacia di un formulato commerciale, contenente propagoli infettivi di funghi micorrizici arbuscolari (FMA) e dell'applicazione di compost, derivante dalla frazione organica di rifiuti solidi urbani, in pieno campo sulla quantità e qualità della biomassa prodotta di piante di mais, sulla concentrazione di N totale del suolo, P disponibile (Olsen), la formazione di aggregati stabili in acqua, e del C organico nei suoli non frazionati e nelle diverse frazioni degli aggregati. Lo sviluppo dei funghi micorrizici è stato valutato mediante la percentuale di colonizzazione radicale e attraverso l'analisi del marcatore molecolare specifico C16:1 ω 5 degli acidi grassi neutri (NLFA) e dei fosfolipidi (PLFA). Il piano sperimentale prevedeva i seguenti trattamenti: 1) concimazione minerale completa, 2) ½ concimazione minerale + compost, 3) concimazione con compost. Per ciascun trattamento metà delle parcelle sono state inoculate con FMA e metà non inoculate. Sono effettuati prelievi di campioni di suolo e piante durante il ciclo colturale: alla semina, 40, 80 giorni dalla semina e alla raccolta. I risultati hanno evidenziato che l'inoculazione con FMA ha incrementato l'assorbimento di nutrienti da parte della pianta, determinando una maggiore produzione, in tutti i trattamenti. I valori maggiori di biomassa sono stati osservati con la concimazione minerale, mentre con l'apporto del compost sono stati rilevati i valori minori. Lo sviluppo dei FMA è risultato maggiore con l'applicazione del prodotto commerciale, mentre l'ammendamento con compost ha ridotto lo sviluppo dei FMA come indicato dalla percentuale di colonizzazione micorrizica e dalla analisi degli NLFA. Tuttavia l'aggiunta di compost ha incrementato il contenuto di C e N, il P estraibile e la formazione di macroaggregati stabili in acqua, quest'ultima sostenuta anche dall'inoculazione con i FMA. L'ammendamento con compost, pur migliorando le caratteristiche strutturali del suolo e apparentemente la fertilità del suolo, non ha indotto una crescita e una produzione della pianta comparabile a quella ottenuta con la concimazione minerale e sembra aver esercitato un effetto inibente sui FMA.

Ruolo degli essudati radicali nella mobilizzazione del Fe da un suolo calcareo: effetto carenza, substrato e specie vegetale

Fijan Rebeka¹, Terzano Roberto², Gattullo Concetta Eliana², Valentinuzzi Fabio¹, Pii Youry¹, Pinton Roberto³, Tomasi Nicola³, Medici Luca⁴, Cesco Stefano¹, Mimmo Tanja¹

¹ Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

² Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Bari, Italy

³ Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Udine, Udine, Italy

⁴ Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, C.N.R., Tito Scalo (PZ), Italy

La disponibilità del ferro (Fe) nel suolo molto spesso può essere inferiore rispetto ai fabbisogni nutrizionali delle specie coltivate. Per far fronte a tale limitazione, le piante, tra le diverse strategie adottate, attivano un processo di rilascio di sostanze organiche ed inorganiche alla rizosfera per mobilizzare il Fe dalle fonti scarsamente disponibili. Relativamente a questo aspetto, ad oggi ancora poco si conosce delle dinamiche di rilascio radicale dei diversi (per natura e proprietà) composti e degli effetti di questi essudati radicali sui processi biogeochimici del suolo. L'obiettivo del presente lavoro è quello di confrontare il pattern quali-quantitativo degli essudati radicali rilasciati da piante di orzo, pomodoro e cetriolo e di valutare la loro diversa efficienza nel mobilizzare il Fe da un suolo calcareo considerando anche l'effetto sulla mineralogia. A tale scopo, le piante, allevate in soluzioni nutritive prive di Fe fino alla comparsa dei primi sintomi fogliari della carenza, sono state messe a contatto con un suolo calcareo per 6 giorni mediante il metodo RHIZO-test. Gli essudati radicali raccolti in idroponica ed estratti dal suolo sono stati quindi analizzati mediante HPLC e metodi colorimetrici. L'effetto degli essudati sui minerali del suolo è stato valutato tramite XRD e SEM-EDX. Infine il contenuto dei nutrienti nei tessuti vegetali è stato misurato mediante ICP-OES. I risultati hanno mostrato che il pattern quali-quantitativo del rilascio di essudati non dipende esclusivamente dalla carenza nutrizionale e dalla specie considerata, ma è fortemente influenzato dal substrato di crescita (suolo vs. idroponica). Inoltre, l'efficienza di mobilizzazione del Fe risultava marcatamente più elevata (+140%) nel caso delle piante di orzo rispetto alle altre due specie vegetali considerate. Relativamente alle alterazioni mineralogiche conseguenti al rilascio degli essudati, queste hanno interessato soprattutto la fase argillosa, carbonatica e amorfa.

Ricerca eseguita con contributo MIUR, programma FIRB2012.

Applicazione di biostimolanti al suolo contaminato da idrocarburi: effetti sulla biodegradazione

Cardelli Roberto, Nisi Giuseppe, Marchini Fausto, Saviozzi Alessandro

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali, Università degli studi di Pisa, Pisa, Italy

La persistenza degli idrocarburi policiclici aromatici nell'ambiente dipende dalle caratteristiche fisiche e chimiche del composto stesso e da una serie di fattori fisici, chimici, biologici e ambientali che possono influenzarne la velocità e il grado di degradazione. Gli IPA sono degradati da foto-ossidazione e ossidazione chimica, ma la degradazione biologica è probabilmente la via prevalente anche in funzione delle molte specie di batteri, funghi e alghe che possono degradarli. La degradazione microbica di idrocarburi contenenti fino a tre anelli (naftalene, fenantrene) è stata ampiamente studiata, ma vi è scarsità di informazioni sulla degradazione degli idrocarburi contenenti un numero maggiore di strutture aromatiche, come il pirene o il benzo[a]pirene, che non vengono completamente degradati a causa della loro bassa solubilità in acqua, alta energia di risonanza ed elevata tossicità. In questo lavoro viene valutata in incubazioni di laboratorio l'efficacia di 2 prodotti biostimolanti commercializzati dalla Valagro sulla degradazione degli idrocarburi fenantrene e pirene nel suolo. A tal fine un suolo agrario è stato contaminato con fenantrene e pirene ($500 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e successivamente trattato con due diverse dosi di Viva® e AU 15%(r). Le dosi (8 e $16 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ di suolo) corrispondono ad una applicazione rispettivamente di 25 e 50t di sostanza organica ha^{-1} . I campioni sono stati analizzati nel tempo per monitorare il loro contenuto di idrocarburi, ATP, lipasi e deidrogenasi. I principali risultati indicano che il contenuto di ATP (biomassa microbica) subisce un forte incremento nelle tesi in cui sono stati distribuiti i biostimolanti, particolarmente evidente in seguito all'applicazione di Viva® distribuito alla dose più elevata. Sebbene fenantrene e pirene costituiscano un possibile substrato per la lipasi, l'applicazione dei 2 composti non ha influenzato l'attività dell'enzima. L'attività lipasica appare invece notevolmente stimolata dall'aggiunta dei 2 biostimolanti, in particolare da AU 15%(r). Soltanto Viva® applicato alla dose più elevata riesce a stimolare l'attività deidrogenasica con valori che, dopo una settimana di incubazione, risultavano 3 volte maggiori di quelli delle altre tesi. La dinamica e l'intensità delle perdite dei 2 idrocarburi è stata chiaramente influenzata dal tipo di composto: il fenantrene veniva rapidamente e quasi completamente degradato, mentre per il pirene si registrava una minor diminuzione della sua concentrazione. Non sembra emergere un rapporto diretto tra la dinamica di degradazione degli idrocarburi e i parametri biologici testati. La presenza dei 2 idrocarburi non ha determinato particolari effetti sul contenuto di ATP e sulle attività enzimatiche analizzate. L'applicazione dei biostimolanti ha provocato generalmente notevoli

modificazioni del contenuto di ATP e dei livelli delle attività enzimatiche, mentre non sembra aver influito su velocità ed entità della decomposizione dei 2 contaminanti.

Conversione di un terreno boschivo: effetto sulla biodiversità e funzionalità microbica del suolo

Scotti Riccardo, Iovieno Paola, Zaccardelli Massimo

Consiglio di Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura - Centro di Ricerca per l'Orticoltura, Pontecagnano, Italy

Il suolo è una risorsa non rinnovabile, viva e dinamica che ha un ruolo fondamentale negli ecosistemi terrestri. La biodiversità microbica di un suolo è direttamente correlata alle sue proprietà biochimiche e biologiche, le quali sono ampiamente utilizzate nella letteratura scientifica come indicatori dello stato di salute di un suolo e della sua qualità. In questo studio è stato analizzato l'effetto, sulla qualità del suolo, della conversione di un'area boschiva a prevalenza di castagno (*Castanea sativa* Miller), in sistema colturale. L'area di studio, è situata nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano, precisamente nel comune di Stio (SA). I suoli delle due aree sono stati campionati per circa due anni e caratterizzati per le principali proprietà chimiche e fisiche (pH, conducibilità elettrica, tessitura, carbonio organico, azoto totale, fosforo disponibile, capacità di scambio cationico), biochimiche e biologiche (attività enzimatiche legate ai principali cicli biogeochimici dei nutrienti, profili metabolici, biomassa microbica e fungina). Il contenuto in carbonio organico è risultato dimezzato, sebbene si sia mantenuto a livelli ben superiori rispetto a quelli di un suolo agrario intensamente sfruttato. La diminuzione della sostanza organica ha determinato profondi squilibri nell'attività microbica del suolo convertito rispetto a quello forestale. In generale, tutte le attività enzimatiche, la biomassa microbica e quella fungina sono risultate diminuite. Il profilo metabolico della comunità microbica ha mostrato una notevole riduzione dell'attività catabolica nel suolo coltivato. I risultati hanno evidenziato profonde alterazioni della qualità e degli equilibri metabolici del suolo per effetto delle lavorazioni e di una conversione così drastica e profonda dell'ecosistema.

FIRMA: Un progetto per la definizione di firme geochimiche e molecolari per la tracciabilità e l'autenticazione di produzioni agrarie di pregio

Zannella Carmela¹, Carucci Francesca¹, Vingiani Simona¹, Prohaska Thomas², Carputo Domenico¹, Garramone Raffaele¹, Adamo Paola¹

¹Dipartimento di Agraria, Università degli studi di Napoli Federico II, Portici, Italy

²Department of Chemistry, University of Natural Resources and Life Sciences Tulln, Tulln, Austria

La richiesta di sicurezza alimentare da parte dei consumatori rende sempre più necessaria la messa a punto di sistemi che abbiano come obiettivo la tracciabilità e l'autenticazione di produzioni agrarie di pregio. Il progetto FIRMA, finanziato dal MiPAF, si propone di attribuire una "firma geochimica e molecolare" ad alcune produzioni con marchio di tutela giuridica, che possa essere utilizzata come strumento di tipizzazione in campo alimentare, per la tracciabilità dell'origine geografica e, di conseguenza, per la prevenzione alle frodi. Le colture considerate sono l'asparago bianco di Bassano del Grappa DOP (Veneto), la cipolla rossa di Tropea IGP (Calabria), il grano di Altamura DOP (Puglia) e il pistacchio di Bronte DOP (Sicilia). L'approccio molecolare si basa sull'uso di marcatori molecolari di tipo SSR (Simple Sequence Repeats) e quindi sull'identificazione di alleli genotipo-specifici in grado di definire l'impronta genetica delle varietà studiate. L'approccio geochimico combina l'impiego di analisi multi-elemento e del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ di suolo, suolo adeso e materiale vegetale, con l'obiettivo di evidenziare relazioni tra contenuto totale e forme di macro e microelementi del suolo e la concentrazione degli stessi elementi nei tessuti vegetali. Una stretta relazione suolo-pianta caratterizza anche il rapporto degli isotopi stabili di elementi tipicamente geogenici (es. Sr) che non sembrano soggetti a frazionamento in seguito all'assorbimento ed ai processi metabolici delle piante. L'inquadramento geopedologico delle aree di produzione e la caratterizzazione mineralogica, fisica e chimica dei suoli contribuiscono alla validazione del metodo fornendo informazioni utili a discriminare i prodotti alimentari. Sono in corso l'analisi statistica multivariata dei risultati molecolari e geochimici ed il loro confronto con dati disponibili in letteratura.

Isolamento e caratterizzazione di Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) da suoli rizosferici di pomodoro e orzo per il loro impiego come biofertilizzanti

Scagliola Marina¹, Ricciuti Patrizia¹, Pii Youry², Mimmo Tanja², Cesco Stefano², Crecchio Carmine¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Bari, Italy

² Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

I fertilizzanti costituiscono una componente fondamentale nell'agricoltura moderna, in quanto permettono di fornire rapidamente i nutrienti essenziali a garantire la crescita e la produttività delle colture. L'uso eccessivo di queste sostanze potrebbe, però, avere un impatto negativo sulla salute umana e sull'ambiente. La necessità di ridurre il loro impiego ha spinto la ricerca allo sviluppo di tecniche agricole sostenibili, come l'utilizzo dei Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB). I PGPB sono un gruppo eterogeneo di batteri che colonizzano la rizosfera e favoriscono la crescita delle piante grazie alla loro azione biofertilizzante, biostimolante e bioprotettiva nei confronti dei patogeni. Obiettivo della ricerca è l'isolamento e caratterizzazione microbiologica, biochimica e molecolare di PGPB associati al sistema radicale di piante di orzo e pomodoro, con lo scopo di selezionare i migliori ceppi con attività biofertilizzante e di promozione della crescita vegetale, in condizioni di ferro carenza. Le specie vegetali sono state coltivate utilizzando la tecnica del rhizotest, che prevede un'iniziale crescita delle piante in idroponica, in vasi progettati in modo da far sviluppare le radici in senso planare, e il successivo trasferimento delle colture su strati di terreno, spessi 5-6 mm, separati dalle radici da una membrana e connessi alla soluzione nutritiva da un filtro capillare. La crescita è stata effettuata in condizioni di Fe carenza e sufficienza. Dal suolo rizosferico è stata isolata la frazione coltivabile della comunità microbica e per ogni campione si sono selezionate 200 colonie batteriche che sono state testate per la loro capacità di produrre siderofori, composti contenenti indolo e in grado di solubilizzare i fosfati. Tale procedura ha permesso di isolare 47 cloni batterici contemporaneamente positivi ai tre saggi. È in corso il sequenziamento di regioni specifiche del gene per l'rRNA 16S dei cloni ottenuti per identificare le specie batteriche isolate.

Role of caffeic acid on the As(V) sorption by a ferrihydrite coated with a Ca-polygalacturonate network

Garau Giovanni¹, Castaldi Paola¹, Lauro Gian Paolo¹, Pigna Massimo², Violante Antonio², Deiana Salvatore Andrea¹

¹ Dipartimento di Scienze Ambientali Agrarie e Biotecnologie Agro-Alimentari, Università di Sassari, Sassari, Italy

² Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Italy

Iron oxy-hydroxides in soil are known to have a high affinity for As(V) inorganic species. At the soil-root interface such mineral components are embedded by mucilaginous material which is secreted from continuously growing root cap cells. In order to determine the role of plant mucilages on the As(V) sorption by iron oxy-hydroxides, we layered a Ca-polygalacturonate network (CaPGA) on amorphous iron(III) hydroxides (ferrihydrite) particles. The scanning electron micrographs (SEM) of the CaPGA network coating the ferrihydrite (Fer-CaPGA) show a regular structure with a honeycomb-like pattern where interlacing fibrils form a porous system. FT-IR spectra of Fer-CaPGA indicate that CaPGA fibrils are retained by the surficial Fe(III) nuclei of Fer through electrostatic interactions. The sorption experiments, carried out at pH 4.3 and 5.8 in the presence of CaPGA, show a lower amount of As(V) sorbed with respect to Fer alone, being lower after 3 and 24 hours of reaction by about 70 and 30%, respectively. This was mainly attributed to a barrier effect exerted by the PGA gel rather than the occlusion of Fer micropores by the polysaccharidic chains. The simultaneous sorption kinetics of As(V) and caffeic acid (CAF) by Fer show that As(V) sorption is almost independent by CAF concentration indicating a higher affinity of arsenate ions towards Fer surfaces. However, the amount of As(V) sorbed by the Fer-CaPGA, in the presence of 0.25, 0.5 and 1.0 mM CAF, is markedly lower of about 20, 25 and 40 % respectively than that found in As(V)-CAF-Fer ternary systems. This suggests a different ability of CAF and As(V) to cross the CaPGA network, although chemical reactions involving CAF and the surficial Fe(III) nuclei of Fer could have a role, as suggested by FT-IR spectra, in restricting As(V) sorption.

Effetto della rotazione colturale sulla fertilità chimica e biochimica di un suolo franco argilloso e influenza sullo sviluppo radicale, metabolismo e resa di frumento duro in condizioni di agricoltura biologica in clima Mediterraneo

Monaci Elga, Polverigiani Serena, Neri Davide, Bianchelli Michele, Santilocchi Rodolfo, Toderi Marco, Casucci Cristiano, Vischetti Costantino

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy

L'agricoltura biologica è generalmente considerata una pratica benefica per i suoli agricoli, tuttavia l'efficacia di questo tipo gestione riguardo al recupero di sostanza organica, promotrice della fertilità chimica, fisica e biologica in un suolo coltivato, è ancora una questione aperta in condizioni di clima Mediterraneo. L'effetto della presenza di due diverse rotazioni colturali, una caratterizzata da alternanza di leguminosa perenne/cereale (ROT1) e l'altra di leguminosa annuale/cereale/maggese (ROT2), è stato valutato sulla quantità (SOC) e qualità del carbonio organico intesa come frazione labile (LFOM-particolata libera e WSOC-soluble) e frazione umica (HAC e FAC), sulla biodisponibilità di macro-nutrienti (N, P e S) e su parametri biochimici quali contenuto di biomassa microbica (MBC), respirazione basale (dBR) e attività enzimatica (mono-fosfoesterasi alcalina, AmP, aril-solfatasi, ArS, o-difenolossidasi, o-DPO). I campionamenti sono stati eseguiti dopo 13 anni dalla messa a dimora delle due precessioni colturali (effetto cumulato) e dopo la coltivazione del frumento (effetto residuale) a due diverse profondità (0-10 cm e 10-30 cm). L'influenza dei due sistemi colturali è stata inoltre valutata sullo sviluppo radicale, apicale e sulla resa di frumento duro var. Claudio. Tra i due sistemi colturali, ROT1 è risultato il più efficiente nel "costruire" SOC, sia come carbonio organico labile-LFOM sia come carbonio organico umico che risultavano, rispettivamente, 27- e 4,7-volte superiori rispetto a ROT2. Ad eccezione delle o-DPO sempre più alte in ROT2, ROT1 era caratterizzata da un più elevato livello di AmP e ArS, e in contrasto, da un minore contenuto di fosforo e zolfo. La coltivazione del frumento ha avuto un generale effetto negativo sulla fertilità cumulata e più marcatamente in ROT1. Nonostante ciò, questo sistema colturale manteneva ancora un contenuto più alto della maggior parte delle frazioni organiche misurate, della maggior parte delle attività biochimiche testate, e a differenza dello stato iniziale, un maggior contenuto finale di fosforo e zolfo. Un'ulteriore differenza tra i due sistemi colturali è rappresentata dall'abbondanza relativa del carbonio umico, sempre maggiore in ROT1, rispetto a quella del carbonio solubile, sempre maggiore in ROT2. Le diverse condizioni prodotte nel suolo dai due sistemi colturali hanno determinato un diverso adattamento e una diversa risposta morfologica e fisiologica della coltura del frumento. In particolare

ROT1 ha favorito lo sviluppo di un sistema radicale più denso e caratterizzato dalla presenza di radici laterali di diametro minore. Nessuna differenza è stata evidenziata a livello di respirazione radicale mentre le piante di frumento coltivate in ROT1 presentavano una maggiore attività fotosintetica e una resa finale più elevata.

Effetto di flavonoidi sui processi di alterazione di ossidi di manganese nella rizosfera

Gattullo Concetta Eliana¹, Cuccovillo Giovanni¹, Pizzigallo Maria¹, Medici Luca², Tomasi Nicola³, Mimmo Tanja⁴, Cesco Stefano⁴, Terzano Roberto¹

¹Dipartimento Di Scienze Del Suolo, Della Pianta E Degli Alimenti - Università Degli Studi Di Bari, Bari, Italy

²Istituto Di Metodologie Per L'analisi Ambientale (C.N.R.), Tito Scalo (Pz), Italy

³Dipartimento Di Scienze Agrarie Ed Ambientali- Università Degli Studi Di Udine, Udine, Italy

⁴Facoltà Di Scienze e Tecnologie - Libera Università Di Bolzano, Bolzano, Italy

Il manganese (Mn) è un micronutriente essenziale per le piante ma, nella maggior parte dei suoli, è presente in forme poco biodisponibili come Mn(IV) e Mn(III), in minerali secondari, ossidi (birnessite, pirolusite) e idrossidi (manganite). Le piante assorbono solo Mn(II) e quindi hanno sviluppato dei meccanismi per mobilizzare il Mn, quali il rilascio nella rizosfera di flavonoidi. Questi composti di natura polifenolica regolano una molteplicità di processi, come la protezione delle piante dai parassiti, l'attrazione di batteri benefici, lo sviluppo radicale e l'allelopatia. E' stato ipotizzato che la mobilizzazione del Mn ad opera dei flavonoidi avvenga mediante processi di riduzione, tuttavia manca una chiara evidenza scientifica a supporto di tale teoria. Il presente studio è pertanto volto a valutare l'effetto di tre flavonoidi presenti negli essudati radicali (quercetina, rutina, genisteina) sulla mobilizzazione di Mn in diversi suoli. I flavonoidi sono stati testati nel suolo sia singolarmente che in combinazione tra loro o con alcuni acidi organici, in concentrazioni confrontabili con quelle riscontrate nella rizosfera. Inoltre, sono stati indagati gli effetti dei tre flavonoidi sull'alterazione di due ossidi di Mn, la birnessite e la pirolusite. L'interazione è stata eseguita mediante prove in batch dove il suolo o il minerale sono stati tenuti a contatto per 24 h con la soluzione contenente le molecole in esame. Sulla frazione liquida sono state effettuate analisi ICP-AES e voltammetriche per quantificare le forme di Mn solubilizzato e analisi cromatografiche per determinare la concentrazione dei flavonoidi ed eventuali prodotti di ossidazione. La frazione solida è stata analizzata mediante XRD. Le prove sul suolo hanno evidenziato un'elevata efficienza della quercetina nel solubilizzare il Mn mediante un meccanismo riduttivo e soprattutto un effetto sinergico di quercetina e citrato dovuto alla combinazione di meccanismi di complessazione e di riduzione.

Ricerca eseguita con contributo MIUR, programma FIRB2012.

¹³C abundance shows effective soil C sequestration in Miscanthus and giant reed compared to arable crops under Mediterranean climate

Marzadori Claudio, Barbanti Lorenzo, Giocchini Paola, Ciavatta Claudio, Cattaneo Francesca

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna, Italy

Many studies on soil organic carbon (SOC) sequestration in perennial biomass crops are available under Atlantic and Continental environments of North-central Europe, while there is insufficient information for Southern Europe. Therefore, we assessed SOC turnover under Mediterranean-temperate climate, after a 9-year old conversion from two annual crop systems, continuous wheat and maize/wheat rotation, to Miscanthus (*Miscanthus × giganteus*) and giant reed (*Arundo donax*), respectively. The ¹³C natural abundance down to 0.60 m was used to evaluate the total amount of SOC in annual vs perennial species, and determine the portion of SOC derived from perennial species. SOC was significantly higher under perennial (average, 91 Mg C ha⁻¹) than annual species (average, 56 Mg C ha⁻¹) with a stronger accumulation in the topsoil (0-0.15 m). This difference was consistent with reduced soil disturbance associated with perennial crop management. After 9 years of Miscanthus plantation, the amount of C4-derived C was 18.7 Mg ha⁻¹, mostly stored at 0-0.15 m, whereas the amount of C3-derived C under giant reed was 34.7 Mg ha⁻¹, more evenly distributed through soil depths. This difference is echoed in the deeper root apparatus evidenced for giant reed in the literature, providing a stronger contribution to SOC in deep layers. Comparing our results with studies available, only for Miscanthus, in North-central Europe, we conclude that Miscanthus and giant reed own a remarkable potential for SOC sequestration also in Mediterranean conditions, exerting effective belowground C sink potential while supporting the growing bio-energy sector with aboveground biomass supply.

Influenza dell'avvicendamento colturale e della concimazione sulla qualità del suolo

Giacometti Caterina, Cavani Luciano, Marzadori Claudio, Baldoni Guido, Ciavatta Claudio

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Bologna, Italy

Le modalità di gestione degli ecosistemi agrari si ripercuotono sulle proprietà che concorrono a definire la qualità del suolo. Per preservare la “risorsa suolo” risulta quindi essenziale individuare pratiche agricole che influiscano positivamente sulla sua qualità e la conservino nel tempo. Il presente lavoro ha lo scopo di valutare l'effetto di pratiche agricole quali gli avvicendamenti colturali e la concimazione sulla qualità del suolo, al fine di individuare i sistemi produttivi più sostenibili. Nell'ambito di una prova agronomica di lungo termine si sono considerati: avvicendamenti colturali pluriennali comprendenti erba medica (*Medicago sativa* L.), monosuccessioni di mais (*Zea mays* L.) e di frumento tenero (*Triticum aestivum* L.) e rotazioni biennali mais – frumento tenero. Si sono inoltre considerate modalità di gestione della fertilità contrastanti: assenza di concimazione, concimazione minerale e concimazione organica con letame. La qualità del suolo è stata valutata mediante la misura di parametri chimici, microbiologici e biochimici legati alla funzionalità del suolo stesso. Si è inoltre indagato il rapporto esistente tra tali parametri e le rese delle colture. I risultati ottenuti hanno evidenziato come gli avvicendamenti colturali pluriennali incrementano i livelli di sostanza organica, di azoto totale e minerale, la biomassa e l'attività microbica e le rese del frumento tenero. Mentre la concimazione minerale ha avuto effetti positivi solo sulla dotazione di elementi nutritivi del suolo, la concimazione organica con letame ha incrementato anche il contenuto di sostanza organica nonché la biomassa e l'attività microbica, i livelli di fosforo assimilabile e le rese del medicaio. Per lo sviluppo di sistemi produttivi sostenibili appare quindi interessante l'uso congiunto di avvicendamenti colturali complessi e concimi organici che concorrono al mantenimento della qualità del suolo, migliorandone la funzionalità, anche in termini di produttività.

A lab-to-field experimental approach to study the dissipation, metabolism and soil microbial ecotoxicity of isoproturon, tebuconazole and chlorpyrifos

Karas Panagiotis¹, Papadopoulou Evangelia¹, Nikolaki Sofia¹, Trevisan Marco², Ferrari Federico¹, Karpouzas Dimitrios³

¹Aeiforia srl, Fidenza, Italy

²Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy

³Department of Biochemistry and Bioechnology, University of Thessaly, Larissa, Greece

Isoproturon, tebuconazole, and chlorpyrifos are commonly used in Europe for the control of weeds, pathogens and pests in cereals. Within the framework of the IAPP Marie Curie project 'LOVE-TO-HATE', the dissipation/metabolism and soil microbial toxicity of these pesticides were investigated following a lab-to-field experimental approach. Thus, a microcosm laboratory experiment was initially set up where three pesticides were applied at four dose levels, x0, x1, x2, and x10 the recommended dose, establishing a worst-case exposure scenario. Subsequently, a field experiment on a site in Piacenza, Italy cultivated with winter wheat was employed to assess pesticide dissipation and soil microbial toxicity under a more realistic exposure scheme (x0, x1, x2 and x5 the recommended dose). In both studies, subsamples were collected at regular intervals and used for the determination of pesticide dissipation/metabolism and for the detection of possible effects on soil microbial activity. In the laboratory study, tebuconazole and isoproturon showed a dose-dependent increase in their persistence with DT50s ranging from 63 to 99 days for the former and from 16.5 to 25.7 for the latter in the x1 and x10 dose rates, respectively. The dissipation of isoproturon proceeded via sequential demethylation to monodesmethyl-isoproturon (main metabolite), while low concentrations of didesmethylisoproturon were also detected. Chlorpyrifos was metabolized in soil via hydrolysis to trichloropyridinol with its persistence reducing at increasing dose rates (DT50s 28.4 to 77 days in the x10 and x1 dose rate, respectively). Analysis of pesticides dissipation in the field study is on the way. In parallel, the impact of pesticides on nine key soil enzymatic activities was determined at both laboratory and field level. Esterase and leucine aminopeptidase were the most sensitive enzymes which were significantly affected by the pesticides mostly in the laboratory experiment.

Fate and metabolism of the herbicide isoproturon in soil microcosms and its impact on soil microbial communities using advanced molecular tools

Storck Veronika¹, Pertile Giorgia², Papadopoulou Evangelia¹, Béguet Jérémie², Ferrari Federico¹, Trevisan Marco³, Karpouzas Dimitrios⁴, Martin-Lurent Fabrice²

¹ Aeiforia srl, Fidenza, Italy

² INRA - Dijon, Dijon, France

³ Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy

⁴ Department of Biochemistry and Bioechnology, University of Thessaly, Larissa, Greece

Pesticides are applied worldwide in agriculture as a low-cost and effective possibility to ensure and increase crop yields. Only 1% of sprayed pesticides is effective against target organisms while 99% contaminate the environment and impact non-target organisms such as soil microbial communities important for ecosystemic functioning. On the one hand, pesticides can be stimulating for some soil microbes able to use pesticides as energy source and thus decontaminating environments by pesticide degradation. Contrariwise, pesticides can negatively impact soil microbes via toxic effects. Until now, evaluation of pesticide impacts on soil microbes for pesticide registration exclusively relies on simple carbon and nitrogen mineralization tests which are insufficient to comprehensively assess the ecotoxicity of pesticides. Aim of the IAPP Marie Curie project 'LOVE-TO-HATE' is to establish standardized and novel methods for assessment of the ecotoxicity of pesticides on soil microorganisms. With this aim, environmental fate and impact of the phenylurea herbicide isoproturon [IPU, 3-(4-isopropylphenyl)-1,1-dimethylurea] on soil microbes were investigated. Microcosms were established with soil from an Italian agricultural field (45°04'80''N, 09°45'60''E) untreated for at least 5 years. IPU dissipation was investigated at x1, x2 or x10 recommended agricultural dose for 125 days. IPU and its main metabolites were analyzed by HPLC with UV/VIS photodiode array detector. Mineralization of ¹⁴C-labeled IPU at x1 dose was monitored in soil samples by analysis of evolved ¹⁴CO₂. Regarding IPU impacts on microorganisms, the abundance of 11 soil microbial groups was assessed by qPCR (ISO/DIS 170601) of extracted soil DNA (ISO 11063). Furthermore, a specific qPCR for the recently discovered pdmAB genes responsible for the first step in the IPU degradation pathway was established for rapid quantification of IPU degraders in agricultural soils. Results will be presented and discussed.

Biochar: valido strumento di risanamento di suoli contaminati?

Di Rauso Simeone Giuseppe, Scelza Rosalia, Rao A. Maria

Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Italy

Negli ultimi anni tecniche di bonifica sempre più efficienti e meno costose sono state utilizzate per mitigare l'effetto degli inquinanti di suoli contaminati. Di recente, il biochar, materiale carbonioso derivante dalla pirolisi di biomasse vegetali, ha suscitato particolare interesse per la sua elevata porosità e area superficiale, caratteristiche che lo rendono un potenziale adsorbente di inquinanti sia organici che inorganici. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare la capacità del biochar nell'adsorbimento del fenantrene (Fen) e del pentaclorofenolo (PCP), rappresentanti, rispettivamente, degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e dei clorofenoli (CF). Un suolo, artificialmente contaminato con Fen o PCP (150 mg kg^{-1}), è stato trattato con biochar, da pioppo o da conifera (2.5 e 5 mg g^{-1}) e con compost da sansa (2.2 mg g^{-1}) per valutare l'eventuale effetto della sostanza organica apportata. Dopo 10 e 30 gg di incubazione è stata valutata la quantità di contaminante estraibile e sono stati effettuati test di fitotossicità con semi di crescione (*Lepidium sativum* L.). In presenza di biochar nel suolo contaminato da Fen si è avuta una riduzione del contaminante estraibile, in particolare con quello da conifera e in presenza di compost. Nel caso del PCP, invece, la frazione estraibile del contaminante è risultata pressoché invariata nel tempo anche in presenza di biochar. Questi suoli, a differenza di quelli contaminati da Fen, hanno completamente inibito la germinazione dei semi di crescione. Dosi più elevate di biochar, 20 and 50 mg g^{-1} hanno determinato un maggiore adsorbimento di PCP all'aumentare della concentrazione di biochar e una ridotta inibizione della germinazione. La quantità di biochar aggiunto ha avuto un ruolo fondamentale nell'immobilizzazione del contaminante, anche se l'efficienza del processo di risanamento sembra soprattutto dipendere dal tipo di contaminante presente.

Impact of Ag and Co engineered nanoparticles on soil microbial community structure in a soil perturbed by *Lumbricus rubellus*

Carbone Serena¹, Laudicina Vito Armando², Badalucco Luigi², Gatti Antonietta³, Ferrando Sara⁴, Gambardella Chiara⁴, Falugi Carla⁴, Vianello Gilmo¹, Vittori Antisari Livia¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna, Italy

²Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy

³Nanodiagnosics s.r.l., San Vito di Spilamberto, Italy

⁴Dipartimento di Biologia, Università di Genova, Genova, Italy

Knowledge on the impact of engineered nanomaterials (ENMs) on both human and environment health is scarce. Several studies sustain that soil is the environmental compartment designed to be the major recipient of engineered nanoparticles (NPs). With the aim of investigating the impact of commercially relevant NPs on soil functioning, we compared the effect of Ag and Co NPs, as well as cobalt and silver ions, on soil microbial community in the presence of *Lumbricus rubellus*. Earthworms specimens were placed in a rich-C soil and fed with horse manure spiked with Ag-NPs, Co-NPs, Ag⁺ and Co²⁺ for a total amount of 10 mg of single pollutant kg⁻¹ soil. At the end of acute exposure (4 weeks) to pollutants, the following analyses were performed: soil metal contents, soil microbial biomass C (MBC) and nitrogen (MBN), basal respiration, specific respiration (qCO₂), phospholipid fatty acids (PLFAs). The pollutants introduced with the food in the soil-earthworm system affected the microbial activity increasing basal respiration and qCO₂, while MBC and MBN content decreased. PLFAs of soil were affected by both pollutant NPs and ions supplied. The fatty acids significantly affected by treatments were C18:1 ω 7 and C18:2 ω 6,9 in soil. These results suggested that NPs could induce stress on soil microorganisms.

Risposta alla micorrizzazione delle proprietà chimiche e biochimiche di suoli agricoli coltivati a mais da trinciato

Ricciardiello Gennaro¹, Scelza Rosalia¹, Agrelli Diana¹, Zaccardelli Massimo², Amalfitano Carmine¹, Adamo Paola¹, Rao A. Maria¹

¹Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Italy

²Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Centro di Ricerca per l'Orticoltura, Pontecagnano, Italy

I funghi micorrizici arbuscolari (FMA) promuovono la crescita delle piante aumentando la disponibilità e l'assorbimento di nutrienti presenti nel suolo e/o aggiunti con le concimazioni e quindi incrementando l'efficienza d'uso dei fertilizzanti. Il presente lavoro ha avuto lo scopo di studiare le proprietà chimiche e biochimiche di un suolo agricolo coltivato a mais avvalendosi dell'applicazione di un inoculo commerciale di *Glomus intraradices* e *mosseae* e di rotazioni colturali con *Trifolium alexandrinum* L.. Sono stati determinati i principali parametri chimici (pH, EC, CEC, Corg, Ntot, N-NH₄⁺, P) e misurate le attività di nove enzimi del suolo, coinvolti nei cicli biogeochimici dell'azoto e del fosforo e nel ciclo della degradazione della sostanza organica. La risposta dei parametri chimici e delle attività enzimatiche studiate lascia pensare ad un effetto predominante della rotazione con il trifoglio e soprattutto del suo sovescio, che hanno determinato un'alterazione dei processi biochimici del suolo. Le attività enzimatiche sono state generalmente stimulate contribuendo ad incrementare il livello dei nutrienti in tutte le tesi oggetto di studio. L'interramento di materiale organico fresco che ha innescato un forte processo degradativo, liberando nutrienti molto utili per la pianta, è stato limitante per le micorrize: l'atteso effetto dell'inoculo di funghi micorrizici è stato pressoché annullato dagli effetti del sovescio. Condizioni di elevate concentrazioni di nutrienti, in particolare di azoto e fosforo, hanno attenuato la micorrizzazione delle piante riducendo altresì gli effetti benefici attesi. Aumenti della micorrizzazione si sono osservati laddove la concimazione azotata era stata dimezzata a dimostrazione del fatto che le micorrize sono stimulate da condizioni di stress nutrizionale.

Influenza delle condizioni pedo-climatiche su produzione e destino di fattori oncogeni di origine naturale nel sistema felce-suolo

Zaccone Claudio¹, Cavoski, Ivana², Costi Roberta³, Sarais Giorgia⁴, Caboni Pierluigi⁴, Miano Teodoro⁵

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente, Università di Foggia, Foggia, Italy

²Istituto Agronomico Mediterraneo, Valenzano, Bari, Italy

³Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Università di Roma "La Sapienza", Roma, Italy

⁴Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli Studi di Cagliari, Italy

⁵Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Bari, Italy

Lo ptaquiloside (PTA) è un metabolita secondario (sesquiterpene) prodotto dalla felce aquilina [*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn], una delle cinque specie vegetali maggiormente presente e distribuita sulla superficie terrestre, tristemente noto per i suoi effetti (i.e., fattore oncogeno). Numerosi dati sono già disponibili in letteratura circa gli aspetti ecotossicologici legati alla presenza dello PTA nel latte e nella carne provenienti dagli animali che involontariamente si nutrono di tale felce, mentre alquanto contrastanti sono i risultati relativi alla sua stabilità e mobilità nel sistema suolo nel quale lo PTA sembrerebbe giungere quando i tessuti morti delle felci sono lisciviati dalla pioggia. Lo scopo del presente lavoro è stato seguire il destino dello PTA in suoli aventi caratteristiche chimiche e fisiche diverse, campionati in aree pedo-climatiche differenti (5 in Puglia e 1 in Basilicata). Il contenuto dello PTA è stato determinato sia nei suoli che nelle felci mediante GC-MS. Il tasso di recupero della molecola e l'accuratezza del metodo sono stati valutati preventivamente con prove di incubazione. Al fine di correlare l'influenza delle caratteristiche dei suoli con la produzione e la presenza dello PTA, sui campioni di suolo sono stati determinati pH, EC, tessitura, carbonati totali, capacità di scambio cationico, contenuto in C organico ed N totale, qualità della sostanza organica (SO), nonché la disponibilità di una serie di macro e macronutrienti e la concentrazione dei principali metalli pesanti. L'utilizzo della stepwise regression analysis ha evidenziato come la concentrazione dello PTA nelle felci sia positivamente influenzata dalla disponibilità di alcuni nutrienti (e soprattutto di P) nel suolo piuttosto che dalle condizioni climatiche. Inoltre, la concentrazione dello PTA era maggiore in piante contenenti una maggiore concentrazione di P ed una minore concentrazione di Ni. Infine, la concentrazione di PTA in tutti i campioni di suolo risultava sempre <LOQ (<0.015 µg g⁻¹), indipendentemente dalla concentrazione di PTA nelle popolazioni di felci sovrastanti (2-780 µg g⁻¹) e da tutte le variabili investigate, quali concentrazione della SO (3-23%), profondità, tessitura, precipitazioni e pH. I risultati di tale studio sembrerebbero suggerire la degradazione dello PTA da parte della comunità

microbica caratterizzante il sistema suolo-felce, al contrario di quanto emerso in studi condotti principalmente in Nord Europa dove un certo accumulo dello PTA nei suoli è stato riportato.

Il presente studio è stato realizzato nell'ambito del progetto MIPAAF "Agrozootecnia biologica: considerazioni in termini di sicurezza alimentare e problemi di salute pubblica (AZBSASP)".

SESSIONE II – Stress abiotici, interazioni tra microelementi chiave per la nutrizione vegetale e strategie atte ad aumentare la produttività dei sistemi agricoli

Cooperative effect of root exudates on the toxicity of Cu(II) ions towards plants

Mele Elena, Garau Giovanni, Lauro Gian Paolo, Castaldi Paola, Deiana Salvatore Andrea

Dipartimento di Scienze Ambientali Agrarie e Biotecnologie Agro-Alimentari, Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italy,

Copper is a structural and catalytic component of many redox enzymes like plastocyanin, oxidases, laccases, and dismutases and is therefore considered an essential element for plants. However, accumulation of toxic levels of copper in soil has become an increasing problem since its absorption by plants in amounts higher than certain threshold can cause structural damages or inhibit enzymatic activities with consequent alterations of cellular metabolism. Much of the Cu(II) accumulates within roots where it is strongly bound to cell walls and can be displaced by similar cations e.g. Pb(II) or by different organic ligands. To verify the role of certain cell wall components and of selected organic aliphatic and/or aromatic acids commonly occurring in root exudates on Cu(II) availability for plants, we studied several systems made up by Cu(II), polygalacturonic, malic and caffeic acids at pH 5.8 in the presence of 1 mM CaCl₂. Our results indicate a high capacity of polygalacturonic acid (PGA) to bind Cu(II) and a high redox activity of caffeic acid towards Cu(II). The spectrophotometric data indicate that Cu(II) ions interact with caffeic acid (CAF) to form a CAF-Cu(II) complex where Cu(II) is reduced to Cu(I) through an inner-sphere electron transfer. The redox activity is strongly influenced by the presence of malic acid which shows a higher affinity towards Cu(II) stabilizing it in its higher oxidation state. Contrarily to CAF, malic acid was able to mobilize Cu(II) from PGA. To verify the importance of such reactions on Cu(II) phytotoxicity we performed different plant growth experiments using triticale (x Triticosecale Wittmack). Preliminary results indicate that PGA and with a lesser extent CAF reduce Cu(II) phytotoxicity.

Interazione tra l'omeostasi del ferro e del molibdeno in mitocondri di *Cucumis sativus* L.

Vigani Gianpiero¹, Di Silvestre Dario², Donnini Silvia¹, Agresta Anna Maria², Mauri Pierluigi², Bittner Florian³, Murgia Irene⁴

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

²CNR- Istituto di Tecnologie Biomediche (ITB), Segrate (Milano), Italy

³Department of Plant Biology, Braunschweig University of Technology, Braunschweig, Germany

⁴Dipartimento di Bioscienze, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

Il molibdeno (Mo) è un micronutriente essenziale in quasi tutti gli organismi comprese le piante [1]. Il Mo, sotto forma di molibdato, è complessato con un pterina per formare il cofattore-molibdeno (Moco), che è biologicamente funzionale e che viene inserito nei cosiddetti molibdo-enzimi. Il molibdeno è quindi coinvolto in processi metabolici essenziali o importanti come assimilazione dell'azoto, sintesi dell'acido abscissico (ABA) e catabolismo delle purine. Un'alterazione del metabolismo del Mo ha effetti drammatici sulla crescita e sulla resa della pianta. Recentemente, è stato evidenziato come il metabolismo del Mo interagisca fortemente con quello del ferro (Fe) [2]. Scopo di questo lavoro è quello di indagare la mutua regolazione dei meccanismi fondamentali alla base dell'assorbimento e della compartimentazione subcellulare di Mo e Fe in piante di cetriolo (*Cucumis sativus*) cresciute in diverse condizioni nutrizionali di Mo e di Fe. Piante di cetriolo sono state allevate nelle seguenti condizioni: controllo (+Fe+Mo), carenza di Fe (-Fe+Mo), carenza di Mo (+Fe-Mo) o entrambe le carenze (-Fe-Mo). Analisi ionomiche condotte tramite ICP-MS dei tessuti vegetali e di mitocondri purificati dalle radici hanno permesso di osservare come le carenze di Fe e di Mo determinino forti variazioni nel contenuto dei vari micro e macro elementi sia a livello dell'intera pianta che a livello subcellulare. Inoltre è stata osservata una variazione della distribuzione mitocondriale del Fe e del Mo in piante +Fe-Mo e -Fe+Mo. Attraverso un'analisi proteomica sono state valutate le alterazioni indotte dalle carenze di tali nutrienti a livello mitocondriale. Sono state identificate oltre cento proteine i cui livelli di espressione sono significativamente alterati in almeno uno dei trattamenti nutrizionali utilizzati. I dati preliminari ottenuti suggeriscono una significativa interazione tra il metabolismo del Fe e del Mo a livello mitocondriale.

[1]Bittner and Mendel (2010) Springer-Verlag, Plant Cell Monogr 17:119-143.

[2]Bittner (2014) Front. Plant Sci. 5:28.

Biofortificazione con selenio di orticole destinate alla IV gamma

Tomasi Nicola¹, Gottardi Stefano¹, Mimmo Tanja², Scampicchio Matteo², Cesco Stefano², Pinton Roberto¹

¹Dipartimento Di Scienze Agrarie ed Ambientali - Università degli Studi Di Udine, Udine, Italy

²Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

L'uso di sistemi di coltivazione per la produzione di prodotti orticoli di IV gamma con una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, come quella cosiddetta fuori suolo, è particolarmente indicato in regioni, dove l'acqua, per la sua scarsità, prezzo e qualità, sta diventando una risorsa economicamente limitante. Inoltre, pratiche colturali fuori suolo quali il floating system possono permettere la raccolta di prodotto pulito, con conseguente riduzione dei trattamenti di lavaggio. Al fine di migliorare quali-quantitativamente la produzione *Valerianella locusta* Laterr. in questa ricerca si intende valutare la possibilità di biofortificare le parte edule con selenio (Se), un nutriente essenziale per l'uomo ma non per le piante. Il Se è stato aggiunto alla soluzione nutritiva della coltura fuori suolo a concentrazioni pari a 0, 10 o 40 μM . I risultati mostrano che la somministrazione di Se non determina una variazione significativa della biomassa prodotta ma un incremento del contenuto in clorofilla; si osserva inoltre una diminuzione del contenuto di nitrato nelle parti eduli, fattore critico per la salubrità di questo tipo di prodotto. Il contenuto di Se nei tessuti vegetali aumenta con l'aumentare della concentrazione nel mezzo di crescita, con un incremento di un fattore 100 nella soluzione a 40 μM Se rispetto alla soluzione di allevamento usata come controllo (senza Se aggiunto). Inoltre, una quota del Se accumulato in questi tessuti è presente sotto forma di Se-cisteina e Se-metionina, forme di Se disponibili per l'alimentazione umana. I risultati indicano che la somministrazione di Se a piante di valerianella allevate in floating system può portare a una biofortificazione del prodotto analogamente a quanto osservato in altri prodotti orticoli, determinando inoltre un miglioramento generale del prodotto sotto il profilo qualitativo e un potenziale vantaggio competitivo sul mercato.

Finanziato della Fondazione AGER, progetto STAYFRESH, no.2010 2370.

Over-expression of L-galactono-1,4-lactone dehydrogenase gene increase ascorbate concentration in leaves of *Lactuca sativa* L. (var. Iceberg)

Landi Marco¹, Basile Alice², Fambrini Marco¹, Pugliesi Claudio¹, Salvini Mariangela³, Guidi Lucia¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali dell'Università di Pisa, Pisa, Italy

²PlantLab, Istituto Scienze della Vita, Scuola Superiore S. Anna, Pisa, Italy

³Scuola Normale Superiore di Pisa, Pisa, Italy

Ascorbic acid (Asa) is one of the most powerful natural antioxidant widely utilized to prevent enzymatic browning of minimally-processed products. Although the benefit of using exogenous Asa as preservative has been demonstrated many times, to date the intimal mechanism by which Asa prevents enzymatic browning remains debated. Lettuce is one of the fresh-cut products that are more prone to browning phenomena, thus the comprehension of that mechanism can contribute in extending lettuce shelf-life and reducing loss of product. Plants that over-express single genes involved in Asa biosynthesis offer a good opportunity to study the mechanism by which Asa acts as an anti-browning agent. However, due to the complexity of the biosynthetic pathway of Asa, the over-expression of single genes involved in Asa biosynthesis does not always translate to higher Asa concentration in plant tissues. The L-galactono-1,4-lactone dehydrogenase (GLDH) is one of the key gene involved in the last step of the Asa biosynthetic pathway, and here we tested the hypothesis that the overexpression of this sequence, triggers the Asa accumulation in lettuce leaves. We also evaluated the GLDH expression and Asa content in leaves at 24, 48 and 72 h after wounding. Our results indicate that transgenic lettuce line transformed with homologous GLDH cDNA, showing 2-fold over-expression of GLDH as compared to control plants, had about 20% higher Asa concentration in leaves. In addition, we found that in transgenic plants GLDH gene remained over-expressed and Asa content remained higher even after wounding as compared to wild type plants. The obtainment of these transgenic line is the first step to determine whether improved endogenous Asa content can limit the browning process in lettuce leaves.

Approcci metabolomici per la comprensione dell'effetto di biostimolanti vegetali su lattuga sottoposta a stress salino

Lucini Luigi¹, Roupheal Youssef², Pellizzoni Marco¹, Cardarelli Mariateresa³, Colla Giuseppe⁴

¹Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica Sacro Cuore, Piacenza, Italy

²Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Italy

³CRA-Centro di ricerca per lo studio delle relazioni tra pianta e suolo, Roma, Italy

⁴Dipartimento di Agricoltura, Foreste, Natura ed Energia, Università della Tuscia, Viterbo, Italy

La produzione di biomassa ed profilo metabolico di lattuga sottoposta a stress salino e trattata con biostimolanti, sono stati valutati attraverso esperimenti di crescita in vaso sotto serra. Una tesi non ha subito stress salino, mentre la seconda è stata sottoposta a trattamenti con NaCl 25 mM. Una porzione di piante stressate è stata trattata con Trainer(r), un prodotto biostimolante a base di idrolizzati proteici di origine vegetale applicato per via fogliare piuttosto che radicale. Il peso secco delle radici e della foglia è risultato minore nella tesi sottoposta a stress salino rispetto al controllo. Le piante trattate con il biostimolante hanno invece mostrato un significativo incremento in resa, come peso secco sia fogliare che radicale. La successiva analisi metabolomica dei campioni è stata quindi condotta attraverso cromatografia liquida UPLC accoppiata a spettrometria di massa ibrida quadrupolo-tempo-di-volo. L'interpretazione chemometrica ha evidenziato una modulazione delle diverse vie metaboliche riconducibili allo stress salino, quali la mitigazione dello stress ossidativo, l'aumento in osmoliti, variazioni nel profilo in terpeni e steroli, insieme al meno atteso incremento in glucosinolati. Il grado di stress mitigation è risultato in relazione alla tipologia di applicazione del prodotto biostimolante, ed i migliori risultati si sono ottenuti attraverso un'applicazione sia fogliare che radicale.

Caratterizzazione di essudati radicali rilasciati da linee pure di mais durante l'induzione da nitrato

Mascia Maria¹, Zamboni Anita¹, Renella Giancarlo², Varanini Zeno¹, Guzzo Flavia¹

¹Dipartimento di Biotecnologie, Università di Verona, Verona, Italy

²Dipartimento di Scienze delle produzioni agroalimentari e dell'ambiente, Università di Firenze, Firenze, Italy

Precedenti evidenze sperimentali indicano che durante l'induzione della velocità di assorbimento del nitrato che si manifesta dopo il contatto fra le radici e l'anione, anche alcune attività del suolo rizosferico subiscono rapidi cambiamenti. In particolare, nel suolo rizosferico e in risposta alla fertilizzazione con nitrato, risultano aumentate la respirazione dei microrganismi del suolo e alcune attività enzimatiche (ureasi, fosfatasi acide ed alcaline). Tali fenomeni sembrano essere in qualche modo collegati alla diversa risposta temporale in termini di induzione manifestata da linee pure di mais (Lo5 e T250) caratterizzate rispettivamente da alta e bassa NUE. In questo contesto, allo scopo di individuare i possibili determinanti del fenomeno, sono stati caratterizzati gli essudati radicali rilasciati in soluzione da radici di piante delle due linee allevate in soluzione idroponica e in seguito indotte per l'assorbimento del nitrato. Gli essudati radicali caratterizzati mediante HPLC-MS hanno mostrato una notevole complessità di composizione. L'analisi con ionizzazione in modalità negativa ha mostrato la presenza di acido ferulico libero e suoi derivati, di diversi benzoxazolinoni e di acido azelaico. Inoltre, gli essudati radicali delle due linee pure appaiono nettamente distinti, come distinta è la loro modificazione nel tempo durante la permanenza in coltura idroponica. Il confronto degli essudati da piante delle due linee in coltura idroponica durante l'assorbimento del nitrato è in corso.

Interazione pianta-microorganismo-suolo nel processo di acquisizione del Fe da parte di piante di cetriolo allevate in Fe-carezza

Pii Youry¹, Penn Alexander¹, Mimmo Tanja¹, Tomasi Nicola², Terzano Roberto³, Crechio Carmine³, Cesco Stefano¹

¹Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

²Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Udine, Udine, Italy

³Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Bari, Italy

Il ferro (Fe) è un micronutriente la cui frequente bassa disponibilità nel suolo limita considerevolmente crescita e produttività di specie coltivate. Per far fronte a tale carenza, le piante hanno sviluppato diverse strategie tra cui il rilascio alla rizosfera di composti organici e inorganici capaci di favorire la mobilizzazione del micronutriente dalle forme insolubili presenti nel suolo e, quindi, l'assorbimento di queste fonti solubili del Fe da parte delle radici. L'efficienza di tale fenomeno è però molto dipendente dalla componente microbiologica del suolo che può anch'essa servirsi di questi stessi composti instaurando alla rizosfera una sorta di competizione con la pianta. Tuttavia, è stato anche dimostrato che piante inoculate con Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) presentavano una maggiore resistenza a stress abiotici associata anche ad un migliore stato nutrizionale. Sulla base di tali indicazioni, con questo lavoro ci si è prefissati di valutare gli effetti dell'inoculo con PGPR *Azospirillum brasilense* su piante di cetriolo allevate in un suolo calcareo a bassa disponibilità di Fe. A tale scopo, le piante cresciute in soluzione idroponica Fe-carente sono state poste per 6 giorni in contatto, mediante il sistema RHIZO-test, con un suolo calcareo inoculato. Al campionamento, oltre ai rilievi biometrici, sono state eseguite analisi quali-quantitative degli essudati radicali e del contenuto di nutrienti nei tessuti vegetali mediante ICP-OES. I risultati ottenuti mostrano che nelle piante allevate su suolo inoculato il recupero dei sintomi fogliari della carenza (monitorato mediante indice SPAD) è più pronunciato e più veloce. A livello radicale, si osserva un rilascio prevalentemente di acidi organici e composti fenolici. Questi risultati suggeriscono la possibilità che l'inoculo del suolo con *A. brasilense* possa rappresentare una valida opportunità per migliorare l'efficienza della risposta alla Fe carenza da parte delle piante coltivate.

Ricerca eseguita con contributo MIUR, programma FIRB2012.

Prime evidenze sul rilascio di citrato da piante di fragola sottoposte a stress nutrizionali

Valentinuzzi Fabio, Pii Youry, Cesco Stefano, Mimmo Tanja

Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano ,Italy

La coltivazione di diversi tipi di piccoli frutti, tra cui la fragola, ha avuto in questi ultimi anni un considerevole incremento. Tuttavia ad oggi, permangono ancora alcune criticità nelle fasi di coltivazione della fragola che ne limitano la produttività e/o ne compromettono la qualità. Tra queste, la maggiore incidenza è data dalla disponibilità degli elementi nutritivi nel mezzo di crescita che non sempre è tale da garantire un'equilibrata crescita del vegetale. Per poter migliorare la crescita delle piante appare evidente l'importanza della conoscenza delle dinamiche dei nutrienti alla rizosfera così come dei meccanismi adattativi messi in atto dalle piante di fragola per far fronte alla limitata disponibilità dei nutrienti, soprattutto ferro (Fe) e fosforo (P). Obiettivo del presente lavoro è stato quello di analizzare qualitativamente gli essudati radicali di piante di *Fragaria x ananassa* sottoposte a variabile disponibilità di Fe e P. A questo scopo, le piante sono state allevate per 9 settimane in soluzione idroponica (controllo, -Fe, -P). Alla comparsa dei tipici sintomi fogliari delle due carenze, si è proceduto settimanalmente alla raccolta degli essudati radicali. Inoltre sono stati misurati i valori di SPAD e il pH delle soluzioni di rilascio. Gli essudati radicali sono stati analizzati mediante HPLC. Infine il contenuto dei nutrienti nei tessuti vegetali è stato determinato mediante ICP-OES. I risultati evidenziano un rilascio di citrato in tutte le tre condizioni di allevamento; tuttavia, a partire dalla terza settimana dopo la comparsa dei primi sintomi di carenza, tale rilascio aumenta significativamente raggiungendo incrementi del +250% in Fe carenza e del +300% in P carenza rispetto alle piante controllo. Parallelamente è stata osservata una notevole acidificazione del mezzo di crescita nelle piante Fe-carenti ed in quelle -P. Sono in corso studi molecolari che permetteranno di identificare i meccanismi sottesi a tale rilascio.

Ricerca eseguita con contributo MIUR, programma FIRB2012.

Identification of candidate SNPs affecting root elongation rate in sugar beet

Stevanato Piergiorgio¹, Trebbi Daniele², Broccanello Chiara¹, Saccomani Massimo¹

¹Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Padova, Italy

²BIOMA Technologies, Geneticlab Srl, Pordenone, Italy

Root elongation rate is a key root trait to improve soil resource acquisition and plant productivity. SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms) located in coding regions of candidate genes can potentially control plant root development and be extremely useful in the genetic improvement of crop plants. The recent release of sugar beet genome will allow the in-depth characterization of genetic variation present in sugar beet and the efficient identification of SNPs linked to genes and QTL of agronomic interest. The aim of this study was to select novel SNPs in loci that are strong candidates for genetic control of root elongation rate in sugar beet. We evaluated the root elongation rate of a wide collection of sugar beet lines (CRA-CIN Rovigo's genetic pool). We identified two lines, L01 and L18, showing the lowest and the highest root elongation rate, respectively. The DNAs of L01 and L18 were delivered to Florigenex, Inc. (Oregon, USA) who carried out the Restriction-Associated DNA (RAD) sequencing. A total of 4,105 polymorphic SNP markers between L01 and L18 accessions were obtained from RAD-sequencing. Among them, 192 SNPs were mapped on coding regions of genes that may influence root elongation. For each SNP, the patterns of association between genotype and root elongation rate were evaluated on a set of low- and high root elongation rate accessions. Two SNPs were identified to have different allele frequencies between the low- and high root elongation rate accessions. These SNPs were mapped on coding regions of cytochrome oxidase and brassinosteroid-insensitive genes, respectively. Our results suggest that these SNPs could influence root elongation rate and could be used in gene-assisted selection programs.

Caratterizzazione della carenza di magnesio in portainnesti di vite a diversa suscettibilità

Livigni Sonia¹, Zamboni Anita¹, Pii Youry², Navacchi Oriano³, Pandolfini Tiziana¹, Varanini Zeno¹

¹Dipartimento di Biotecnologie, Università degli Studi di Verona, Verona, Italy

²Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

³Vitroplant Italia S.r.l., Cesena, Italy

Il magnesio (Mg) è un nutriente minerale essenziale per la crescita e lo sviluppo delle piante, nonostante l'importanza del suo ruolo fisiologico e biochimico solo recentemente sono stati effettuati studi sugli effetti della sua carenza. Questi lavori, condotti esclusivamente in piante erbacee, hanno evidenziato come la carenza di questo macronutriente sia associata a un accumulo di fotosintati nelle foglie, ad una diminuzione dello sviluppo dell'apparato radicale e ad uno stress ossidativo dovuto all'aumento della produzione dei ROS. In vite la carenza di Mg è una disfunzione nutrizionale che si manifesta soprattutto in suoli acidi e/o contenenti elevate concentrazioni di potassio, con conseguenze rilevanti sulla quantità e sulla qualità dell'uva prodotta. In questo lavoro sono state analizzate le risposte fisiologico-molecolari alla Mg carenza utilizzando microtalee di due portainnesti a diversa suscettibilità (SO4 e 1103P rispettivamente suscettibile e tollerante). Le analisi sono state effettuate a diversi intervalli di carenza ed hanno evidenziato che a partire da 8 giorni, nel portainnesto SO4 si assiste ad un incremento dello sviluppo dell'apparato radicale, mentre nelle foglie si evidenzia una significativa diminuzione dello SPAD ed un incremento della concentrazione degli zuccheri. Lo stesso sistema sperimentale è stato usato per caratterizzare le variazioni nel trascrittoma delle radici dopo 4 e 14 giorni di carenza attraverso analisi microarray. I dati ottenuti, ancora in corso di elaborazione, mostrano circa 200 geni espressi in maniera differenziale tra i due portainnesti nella condizione di carenza.

A metabolomics based approach to study the interaction between sulfur and iron nutrition in tomato roots

Zuchi Sabrina¹, Watanabe Mutsumi², Celletti Silvia¹, Paolacci Anna Rita¹, Catarcione Giulio¹, Ciaffi Mario¹, Hoefgen Rainer², Astolfi Stefania¹

¹Dipartimento di Agricoltura, Foreste, Natura ed Energia, Università della Tuscia, Viterbo, Italy

²Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie, Potsdam - Golm, Germany

Plant response mechanisms to deficiency of a single nutrient, such as sulfur (S) or iron (Fe), have been described at the level of agronomy, physiology, biochemistry, metabolomics and transcriptomics. However, agroecosystems are often characterized by different scenarios in which combined nutrient deficiencies are likely to occur. For example, agricultural soils are becoming depleted for S and, on the other hand, an element like Fe, though being highly abundant in the soil, is poorly available for uptake, due to its insolubility in the soil matrix. To this end, it has been recently reported that a limited S availability reduces Fe uptake and that Fe deficiency results in the modulation of sulfate uptake and assimilation. However, the mechanistic bases of this interaction are still largely unknown. Metabolite profiling of tomato leaves and roots was performed to improve the understanding of the S/Fe interaction through the identification of main players in the considered pathways. Tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) were grown hydroponically under two different sulfate levels (0 and 1.2 mM, deficient and sufficient, respectively) and half of the plants from both treatments were exposed to 40 (Fe-sufficient) or 0 (Fe-deficient) μM FeIII-EDTA, with root and shoot samples being collected 17 d after sowing. GC-TOF/MS analysis of the levels of amino acids, TCA cycle intermediates, sugars, and compounds of secondary metabolism (in total 45 metabolites were wholly identified) revealed substantial changes under the different nutritional conditions imposed. Furthermore, root capability to uptake sulfate and Fe was evaluated by analysing the expression of genes encoding sulfate transporters (STs) of Groups 1, 2 and 4 (SIST1.1, SIST1.2, SIST2.1, SIST2.2, SIST4.1) and the Fe transporter SIIRT1. These results are compared with previously reported pattern that appeared to be affected upon single S or Fe starvation and discussed within the context of S/Fe interaction.

Studio dell'effetto della luce rossa prodotta da lampade LED sulla crescita di tre specie forestali (leccio, sughera e faggio)

Marianello Chiara, Bellarosa Rosanna, Astolfi Stefania

Dipartimento di Agricoltura, Foreste, Natura ed Energia, Università della Tuscia, Viterbo, Italy

Obiettivo principale della vivaistica forestale è la produzione di piantine che siano in grado di offrire maggiori garanzie d'attecchimento, di adattamento e di rapido accrescimento. Gli studi più recenti in questo ambito hanno focalizzato l'attenzione sullo sviluppo di nuove tecniche per una produzione economicamente e ambientalmente sostenibile di piante forestali (minor uso di risorse quali acqua, energia, fertilizzanti, torba, pesticidi). In quest'ottica, le lampade a LED, grazie alla possibilità di definire specifici spettri luminosi, consentono di soddisfare le esigenze della pianta e un sensibile risparmio energetico. La qualità della radiazione luminosa ha infatti notevoli effetti sulla crescita, lo sviluppo e la fisiologia delle piante. In particolare, la luce rossa svolge un ruolo importante per lo sviluppo dell'apparato fotosintetico. L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di valutare gli effetti della luce rossa, prodotta da lampade LED (Valoya) di nuova generazione con emissioni nel rosso e rosso lontano, su tre diverse specie forestali (leccio, sughera e faggio) in ambiente controllato. Sono stati valutati alcuni parametri di crescita delle piante (contenuto di clorofilla, pigmenti accessori e proteine), le variazioni dell'attività di enzimi coinvolti nel meccanismo di assimilazione dell'azoto (nitrato reductasi e glutammina sintetasi) ed, infine, l'effetto prodotto dallo spettro rosso sul livello di perossidazione dei lipidi, utilizzando come indice la concentrazione di malondialdeide (MDA). I risultati ottenuti mostrano che la risposta delle piante alla luce rossa variava a seconda della specie considerata. La luce rossa stimolava il metabolismo dell'azoto nella sughera e nel faggio. Inoltre, le luci LED non aumentavano il contenuto di MDA nel faggio e nel leccio, mentre lo stesso parametro aumentava nella sughera, indicando un rischio di danno ossidativo a carico delle membrane cellulari.

Risposte fisiologiche e trascrizionali alla Fe-carezza in piante di *Zea mays L.*

Zanin Laura¹, Venuti Silvia¹, Tomasi Nicola¹, Zamboni Anita², Cesco Stefano³, Varanini Zeno², Pinton Roberto¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università di Udine, Udine, Italy

²Dipartimento di Biotecnologie, Università di Verona, Verona, Italy

³Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

E' noto che in Fe-carezza il mais incrementa il rilascio di fitosiderofori (PS) nella rizosfera favorendo la solubilizzazione e l'assorbimento del micronutriente. In questo lavoro sono stati analizzati gli aspetti fisiologici e molecolari della risposta alla Fe-carezza in radici di un ibrido commerciale largamente coltivato in Europa (*Zea mays L.*, cv. PR33T56 Pioneer). In plantule allevate per 6 giorni in presenza (100 µM Fe-EDTA) o assenza di Fe è stata valutata la capacità di acquisizione del micronutriente a seguito di esposizione (fino a 24 ore) a fonti ferriche diverse marcate con ⁵⁹Fe (⁵⁹Fe-Ferridrite, ⁵⁹Fe-PS, ⁵⁹Fe-Ascorbato, ⁵⁹Fe-Citrato, ⁵⁹Fe-WEHS o ⁵⁹Fe-EDTA). In parallelo è stato analizzato, mediante microarray, il trascrittoma radicale. L'espressione dei geni putativamente coinvolti nella risposta alla Fe-carezza è stata poi analizzata mediante real-time RT-PCR. Il maggiore accumulo a livello radicale di ⁵⁹Fe è stato riscontrato in piante Fe-carezze rifornite con ⁵⁹Fe-PS; piante Fe-sufficienti rifornite con la stessa fonte ferrica mostravano invece il minor accumulo del micronutriente, che era rapidamente traslocato nella parte aerea. Il confronto del trascrittoma radicale di piante Fe-carezze e Fe-sufficienti ha evidenziato la modulazione di 376 geni (289 sovra-espressi e 87 sotto-espressi), in particolare coinvolti in: i) metabolismo primario e secondario, ii) trasporto e regolazione, iii) modificazioni morfologiche e omeostasi del Fe. Come atteso, la Fe-carezza determinava sovra-espressione di geni coinvolti nella sintesi e secrezione dell'acido 2'-deossimugineico (principale PS rilasciato dalle radici di mais); è stata inoltre riscontrata una modulazione positiva di geni coinvolti nella biosintesi di metallotioneine e di poliammine. Sono in corso analisi real-time RT-PCR di geni codificanti per trasportatori e fattori di trascrizione putativamente coinvolti nell'acquisizione del Fe.

Finanziato dal Progetto F.I.R.B. "Futuro in Ricerca".

Utilizzo di acidi umici per una gestione sostenibile del suolo

Scotti Riccardo, D'Agostino Nunzio, Zaccardelli Massimo

Consiglio di Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura - Centro di Ricerca per l'Orticoltura, Pontecagnano, Italy

Il suolo è un sistema fondamentale ed esauribile, costituendo una fonte di nutrienti per la maggior parte degli organismi viventi. Contrastare il consumo di suolo è una delle più importanti sfide per gli anni venire. In quest'ottica, la conversione da un'agricoltura chimica ad una a più basso impatto ambientale risulta cruciale. A tal fine, l'utilizzo di biostimolanti in agricoltura potrebbe essere considerata come una buona strategia per ottenere alte rese con un minore impatto sull'ambiente. Le sostanze umiche sono composti organici naturalmente presenti, derivanti dalla decomposizione e trasformazione di piante, animali e residui microbici. Sono chimicamente complesse, con una struttura chimica non ben definita e possono influire direttamente sui processi vegetali fisici e metabolici e, inoltre, sono in grado di esercitare effetti ormonosimili. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare l'attività biostimolante di sostanze umiche, estratte da differenti compost, su piante di pomodoro. Identificate le condizioni migliori per la sperimentazione, si è utilizzata una metodologia Next Generation Sequencing, come l'RNA-Seq, per descrivere i meccanismi molecolari alla base della risposta in pianta. Durante lo studio sono state condotte prove su due differenti varietà di pomodoro, cv Crovarese ed Auspicio, sia attraverso trattamenti radicali che fogliari. Per le prove condotte in vitro, in generale, è stata osservato un effetto dei trattamenti radicali principalmente sullo sviluppo di radici secondarie. Per quanto riguarda le prove condotte in vivo, l'utilizzo di sostanze umiche, sebbene non abbia determinato un significativo incremento produttivo, ha evidenziato un miglioramento dello stato fitosanitario e del rigoglio vegetativo delle piante trattate. In un secondo esperimento, le piante di pomodoro allevate in coltura idroponica sono state inoculate con acidi umici e, le radici, campionate 24, 48 e 72 h dopo bio-stimolazione per procedere con l'RNA-seq. Attualmente è in corso l'estrazione dell'RNA da destinare al sequenziamento mediante piattaforma Illumina HiSeq1500.

Capacità antiossidante costitutiva ed inducibile nella selezione per la tolleranza allo stress idrico in leguminose alimentari

Tellah Sihem², Sorgonà Agostino¹, Trifilò Patrizia³, Lo Gullo Maria Assunta³, Ounane Ghania², Ounane Sidi Mohamed², Badiani Maurizio¹

¹Dipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Reggio Calabria, Italy

²Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Algiers, Algeria

³Dipartimento di Scienze Biologiche e Ambientali, Università degli Studi di Messina, Messina, Italy

Legumi di tipo alimentare quali vigna [*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata* (L.) Walp.] ed arachide (*Arachis hypogaea* L) costituiscono colture importanti sia nei Paesi dell’Africa sub-sahariana, sia in aree a clima più temperato, fra le quali la Regione Mediterranea. I semi delle suddette specie possiedono un elevato valore nutrizionale e le piante che li producono non solo si rivelano ben adattate a crescere in condizioni di elevata temperatura e di scarsità idrica, ma sono anche capaci di tollerare bassi livelli di fertilità chimica del suolo, in ragione della loro nota capacità di ospitare sia microorganismi azoto-fissatori che simbionti di tipo micorrizico. Tali proprietà fanno sì che vigna ed arachide possano giocare un ruolo importante nell’agricoltura del Maghreb e delle regioni sub-sahariane, nelle quali la produttività agricola è sovente limitata dalla scarsità d’acqua e dalla salinità. La coltivazione di queste specie si basa spesso sull’utilizzo di varietà, razze o biotipi locali (landraces) che rimangono tra loro isolate sia a causa della natura desertica del territorio che della sua vastità. L’agricoltura tradizionale di queste aree, sia per scelta che per necessità, custodisce e perpetua queste risorse fitogenetiche, conservando al tempo stesso le conoscenze e la cultura, alimentare e non, ad esse associate. La ricchezza in biodiversità costituita dalle landraces, di origine remotissima e sviluppatasi sotto la pressione evolutiva costante di ambienti estremi, può essere valorizzata quale formidabile risorsa genetica per l’isolamento e la caratterizzazione multidisciplinare di tratti utili per implementare, sia su base locale che in un contesto Mediterraneo più ampio, la tolleranza delle colture allo stress idrico-salino. Su di un piano ancora più generale, il recupero e la valorizzazione di germoplasma naturalmente adattato al secco assume particolare rilevanza nel contesto dei cambiamenti climatici e degli associati rischi di desertificazione e salinizzazione dei suoli. Il Progetto “Amélioration des légumineuses alimentaires pour la tolérance au stress hydrique” promosso e condotto dalla Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) dell’Algeria si prefigge di definire una strategia dinamica di conservazione ed uno sfruttamento ragionato della diversità genetica racchiusa nelle collezioni di landraces di legumi alimentari ottenute da una prospezione puntuale del territorio algerino.

Nell'ambito di un accordo quadro di collaborazione scientifica tra ENSA ed Università Mediterranea di Reggio Calabria, è stato attivato un dottorato di ricerca in co-tutela che si prefigge di valutare il ruolo della capacità antiossidante come marker utile nella selezione per la tolleranza allo stress idrico in landraces di legumi alimentari provenienti da ambienti estremi.

Modulazione delle isoforme radicali di glutammina sintetasi e del bilanciamento amminoacidico in piante di mais in risposta alla diversa fonte di azoto inorganico

Prinsi Bhakti, Espen Luca

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

La glutammina sintetasi (EC: 6.3.1.2) catalizza il primo step di organizzazione dell'azoto (N). In mais (*Zea mays* L.) sono note 5 isoforme localizzate nel citosol (GS1) ed 1 plastidiale (GS2). Sebbene sia stata dimostrata l'importanza di specifiche isoforme nel metabolismo fogliare nella fase riproduttiva, esiste ampio margine di approfondimento sul ruolo delle isoforme radicali durante lo sviluppo vegetativo. Lo studio del proteoma radicale, in piante alla terza foglia esposte a diverse fonti di N inorganico, ha evidenziato come la GS2 sia effettivamente presente ma esclusivamente coinvolta nell'assimilazione del nitrato e, inoltre, come vengano accumulate specifiche isoforme citosoliche, la GS1 5 e la GS1 1, con modulazione differenziale in risposta a nitrato e ad ammonio. I saggi enzimatici hanno confermato che l'incremento dell'assimilazione dell'N sia associabile all'attività di specifiche isoforme. A completamento del quadro metabolico, sono state valutate le speciazioni di N inorganico e di amminoacidi in radici, xilema e foglie. La traslocazione e la riduzione del nitrato sono apparse abbastanza distribuite fra foglie e radici, mentre l'assimilazione radicale dell'ammonio, non accumulato nell'apparato aereo, è risultata prioritaria ed associata ad un significativo aumento degli zuccheri riducenti. Questa condizione è stata inoltre caratterizzata da un incremento dei livelli radicali di asparagina, sebbene scarsamente traslocata. Infatti, le forme organiche preferenziali nello xilema sono risultate essere la glutammina e l'alanina, indipendentemente dalla fonte di N inorganico. L'analisi fogliare ha infine suggerito che la glutammina traslocata possa essere soggetta a un riciclo che porta ad accumulo di alanina e liberazione di glutammato, a sostegno dell'ipotesi che tale amminoacido sia determinante nel bilanciamento dei rapporti di C/N fra radici e foglie.

Analisi delle variazioni del proteoma radicale nella risposta a stress idrico in portainnesti di vite con diversa suscettibilità

Prinsi Bhakti, [Espan Luca](#)

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – DISAA, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

Nell'ambito della viticoltura Italiana, appare di crescente importanza l'individuazione di portainnesti con adattabilità a condizioni di scarsa disponibilità idrica. Ricerche recenti hanno permesso di caratterizzare due genotipi, 101.14, portainnesto commerciale sensibile alla siccità ed M4, genotipo di nuova selezione risultato tollerante a questo stress. Lo studio condotto in piante in vaso, confrontando la condizione controllo (C), corrispondente alla capacità di campo dell'80%, con piante sottoposte ad una graduale riduzione fino al 30% (WS), ha sottolineato come gli adattamenti radicali di M4 siano parte integrante della tolleranza genotipica. Tale ricerca è stata ampliata con lo studio delle variazioni nel proteoma radicale fra piante C e WS in 101.14 e in M4. Il protocollo analitico basato sulla purificazione del proteoma con SDS PAGE e sulla quantificazione mediante nLC nESI MS/MS ha permesso di ottenere la caratterizzazione in organi radicali lignificati di circa 1000 specie proteiche per entrambi i genotipi, fornendo informazioni sia sulle peculiari variazioni indotte dallo stress idrico sia sulla frazione di proteoma statico. In entrambi i genotipi lo stress è risultato associato ad un incremento del metabolismo catabolico, evidenziato da un maggior accumulo di enzimi di degradazione delle amido, degli enzimi glicolitici e dal calo delle proteine radicali di riserva. La resistenza del genotipo di M4 è apparsa però associata alla capacità di bilanciare questi eventi, anche grazie all'incremento del TCA e del metabolismo di detossificazione, con adattamenti positivi come l'accumulo di osmoliti e di proteine coinvolte nella risposta a stress e nella modificazione della permeabilità cellulare. Questo stato metabolico è inoltre apparso associato ad un diverso livello delle proteine di percezione dell'auxina, supportando l'ipotesi che la capacità di mantenere una maggiore funzionalità ed integrità radicale sia uno dei tratti peculiari di M4.

Analisi metabolomica e trascrittomica di piante di riso mutanti knock-down nell'espressione del trasportatore mitocondriale del ferro (MIT)

Vigani Gianpiero¹, Bashir Khurram², Ishimaru Yasuhiro³, Casiraghi Fabio M.¹, Nakanishi Hiromi³, Lehmann Martin⁴, Zocchi Graziano¹, Nishizawa Naoko K.³

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

²Center for Sustainable Resource Sciences, RIKEN Yokohama campus, RIKEN, Yokohama, Kanagawa, Japan

³Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Tokyo, Japan

⁴Department of Biologie, Ludwig-Maximilians Universität München, München, Germany

I mitocondri svolgono un ruolo chiave nel mantenimento del metabolismo energetico cellulare e la loro funzionalità è strettamente legata alla presenza di ferro (Fe). Il Fe, infatti, è un cofattore essenziale di numerose proteine implicate nella catena di trasporto e nel metabolismo mitocondriale, di conseguenza una ridotta biodisponibilità di questo elemento altera fortemente questo importante comparto cellulare, determinando una riduzione della crescita della pianta [1]. E' stato recentemente ipotizzato che i mitocondri siano coinvolti in un meccanismo di percezione (sensing) e trasmissione del segnale (signalling) relativo alla variazione del contenuto cellulare di Fe [2]. Per comprendere il ruolo svolto dai mitocondri in un meccanismo di "Fe sensing and signalling" è stata condotta una caratterizzazione metabolica di piante di riso mutanti (mit-2) knock-down nell'espressione del trasportatore mitocondriale del ferro (MIT) [3]. Il trascrittoma e il metaboloma di tessuti fogliari e radicali di piante mit-2 e wild type allevate in condizioni di Fe-sufficienza sono stati quindi caratterizzati. L'analisi trascrittomica delle piante mit-2 ha mostrato una forte alterazione dell'espressione di geni codificanti enzimi appartenenti sia al metabolismo primario che secondario. Inoltre, una maggiore alterazione nell'espressione di geni mitocondriali è stata osservata nei tessuti fogliari di piante mit-2 rispetto alle piante wild type. Allo stesso tempo, l'analisi metabolomica (mediante GC-TOF-MS) di tessuti fogliari e radicali ha permesso di osservare significativi cambiamenti nel contenuto di alcuni composti appartenenti al metabolismo dei carboidrati ed a quello degli aminoacidi. Questi risultati suggeriscono che l'induzione di una Fe-carenza a carico del mitocondrio alteri significativamente sia l'espressione di diversi geni che i profili dei metaboliti.

[1] Vigani G. (2012). J Plant Physiol 168: 1-12

[2] Vigani et al., (2013). Trends Plant Sci. 18 : 305-311

[3] Bashir et al., (2011). Nat Commun 2 :322

Ricostruzione tridimensionale, mediante tomografia, delle modificazioni ultrastrutturali di mitocondri indotte da una carenza di Fe in *Cucumis sativus* L.

Vigani Gianpiero¹, Faoro Franco¹, Ferretti Anna M.², Cantele Francesca³, Maffi Dario¹, Marelli Marcello², Maver Mauro¹, Murgia Irene⁴, Zocchi Graziano¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

²CNR-Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari, Milano, Italy

³Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

⁴Dipartimento di Bioscienze, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

La disponibilità di ferro condiziona il ciclo vitale delle piante. Infatti, il Fe è un elemento essenziale per la crescita e lo sviluppo in quanto importante cofattore nei processi fotosintetici e respiratori. Data l'importanza che i mitocondri ricoprono nella cellula si è ipotizzato che essi possano essere coinvolti in un meccanismo di percezione e trasduzione del segnale in condizioni di Fe carenza [1]. La caratterizzazione delle modificazioni indotte da Fe carenza a carico dei mitocondri potrebbe fornire informazioni utili per comprendere i meccanismi che regolano l'omeostasi del Fe nelle piante. In questo lavoro sono stati caratterizzati i cambiamenti dell'ultrastruttura mitocondriale in foglie di piante di cetriolo allevate in presenza (+Fe) e in assenza (-Fe) di Fe. L'ultrastruttura mitocondriale è stata osservata tramite microscopia elettronica a trasmissione (TEM) e tomografia elettronica che consentono di ottenere un modello di ricostruzione 3D delle strutture cellulari. Queste analisi hanno permesso di osservare che: i) nei tessuti fogliari la conformazione morfologica dei mitocondri appare conforme al modello noto come cristae junction model (in cui le creste si presentano come vescicole all'interno della matrice); ii) la carenza di Fe altera sia il numero che il volume delle creste rispetto alla condizione +Fe. I cambiamenti ultrastrutturali osservati nei mitocondri -Fe riflettono uno stato metabolico caratterizzato da una rallentata attività della catena respiratoria rispetto a mitocondri +Fe. L'analisi western blot su frazioni purificate ha permesso di osservare in mitocondri -Fe cambiamenti significativi nell'espressione di alcune proteine appartenenti alla catena respiratoria rispetto a quelli controllo. La caratterizzazione sia delle variazioni ultrastrutturali che funzionali dei mitocondri indotte da Fe carenza rappresenta un approccio efficace per comprendere il ruolo di questi organelli nella risposta della pianta a tale stress nutrizionale.

[1] Vigani et al., (2013). Trends Plant Sci., 18 : 305-311

Validazione di marcatori d'espressione genica per la valutazione della nutrizione azotata in riso

Fontanili Laura, Righettini Federico, Porrini Mauro, Nocito Fabio Francesco, Sacchi Gian Attilio

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

Recentemente, Yang e collaboratori (2011), attraverso approcci integrati di analisi del trascrittoma di mais, hanno identificato un set di otto geni la cui espressione sembra essere modulata in modo quantitativo in funzione dello stato di nutrizione relativo all'azoto. Il comportamento di questi marcatori risulta essere inoltre indipendente dal genotipo, dal tessuto, dallo stadio di sviluppo, e dall'ambiente e pertanto suggerisce il loro potenziale impiego come strumento utile all'ottimizzazione delle fertilizzazioni. Sette geni ortologhi sono stati identificati e clonati in riso (*O. sativa* L. ssp. japonica cv. Gladio) allo scopo di verificarne il comportamento in un altro cereale. I risultati delle prime prove effettuate in coltura idroponica indicano l'esistenza di una buona relazione fra i livelli di trascritto di questi geni e i livelli di disponibilità di azoto nel mezzo di crescita. Attualmente sono in corso ulteriori esperimenti, in ambiente controllato e in pieno campo, che consentiranno di meglio relazionare l'espressione dei marcatori con lo stato nutrizionale delle piante, attraverso l'indice NBI(r) (Nitrogen Balance Index) e le analisi chimiche e biochimiche tradizionali.

Yang et al. (2011) Gene expression biomarkers provide sensitive indicators of in planta nitrogen status in maize. *Plant Physiol.* 157, 1841-1852.

Ricerca finanziata da Progetto Ager – Agroalimentare e Ricerca – RISINNOVA N° 2010-2369.

Effetto della terbutilazina in piante di orzo ferro carenti: rilascio di fitosiderofori e metabolismo dello zolfo

Bartucca Maria Luce¹, Celletti Silvia², Del Buono Daniele¹, Astolfi Stefania², Mimmo Tanja³, Ciaffi Mario², Cesco Stefano³

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Perugia, Italy

²Dipartimento di Agricoltura, Foreste, Natura ed Energia, Università della Tuscia, Viterbo, Italy

³Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

Gli erbicidi sono una classe di agrofarmaci molto utilizzati in agricoltura per il controllo delle malerbe; alcuni di essi, a causa della loro persistenza, possono danneggiare piante non target e interferire con la loro capacità di acquisire alcuni nutrienti. La ricerca è stata orientata ad accertare l'effetto della terbutilazina (TBA), una triazina largamente utilizzata per il diserbo e lungamente persistente nell'ambiente, su piante di orzo ferro carenti. I risultati hanno evidenziato che la TBA ha generalmente ridotto il contenuto di clorofille, peso fresco e lunghezza nei vegetali sottoposti al trattamento, sebbene tali interferenze siano state esercitate a un livello sub letale. Nelle piante trattate con TBA, il rilascio di fitosiderofori (PS) è stato fortemente ridotto già dalle prime ore dopo il trattamento e tale risposta era associata alla diminuzione dei livelli di trascritti dei geni coinvolti nella sintesi e trasporto dei PS. Data l'importanza di queste molecole nell'acquisizione di ferro (Fe) e la loro dipendenza dal metabolismo dello zolfo (S), è stata analizzata l'attività di ATPS e OASTL, due enzimi chiave nell'assimilazione del solfato ed è stato determinato il contenuto di cisteina e quello di glutazione. Il trattamento con TBA ha fortemente ridotto la capacità della pianta di assimilare il solfato. Un riscontro a questo è stato ritrovato nel decremento del contenuto di cisteina e di glutazione evidenziato dalle piante trattate. I risultati di questo studio costituiscono la prima evidenza sperimentale che un erbicida può interferire in maniera fortemente negativa sull'assimilazione dello zolfo e sul rilascio di fitosiderofori di un'importante graminacea quale l'orzo.

Ricerca eseguita con contributo MIUR, programma FIRB2012.

Biofortificazione di colture ortive con selenio (Se) : effetto sulle caratteristiche chimiche, qualitative e sulla shelf-life delle parti eduli

Businelli Daniela, D'Amato Roberto, Onofri Andrea, Tei Francesco

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali- Università degli Studi di Perugia, Perugia, Italy

Lo scopo della nostra ricerca è stato quello di mettere a punto un metodo innovativo per la biofortificazione con Se di colture orticole trapiantate, consistente nell'arricchimento del substrato da utilizzare per il riempimento dei contenitori alveolati per l'allevamento delle plantule in fase di pre-trapianto. Sono state quindi condotte prove in serra con quattro specie vegetali ortive: (a) pomodoro, (b) cetriolo, (c) lattuga e (d) cavolo, utilizzando torba arricchita con concentrazioni crescenti di Se, per individuare il livello di concentrazione del substrato in grado di evitare effetti negativi sullo sviluppo della coltura, e di arricchire significativamente in Se la parte edule al termine del ciclo colturale in campo. I risultati migliori sono stati ottenuti con torba trattata con 10 e 20 mg kg⁻¹ di Se. A questa fase, sono seguiti due anni di sperimentazione in campo, mettendo a dimora le plantule allevate su torba trattata con le due concentrazioni indicate. Considerando la diluizione a cui il Se va incontro durante la crescita in pieno campo, si arriva ad ottenere frutti e/o foglie con concentrazioni in Se pari a 2-4 volte quelle normalmente riscontrabili in queste colture. Per tutte le colture testate, tranne il cavolo, ed in entrambi gli anni, i valori di concentrazione nelle parti eduli si sono mantenuti inferiori a 70 µg di Se per kg (dose giornaliera ammissibile nell'alimentazione umana), dose che potrebbe essere superata solo con un consumo di prodotto edule superiore ad 1 kg al giorno. Si evidenzia inoltre un aumento di conservabilità della lattuga arricchita di circa 2 giorni, cosa che potrebbe rappresentare un vantaggio per la vendita del prodotto in IV gamma, ed altri effetti positivi del trattamento come l'aumento di K nelle foglie di cavolo e di vitamina A nel pomodoro. Indipendentemente dall'impiego di torba arricchita, le concentrazioni di Se nel suolo si sono mantenute costanti a 8 µg kg⁻¹.

Progetto Fond.Ca. Resp. Perugia - CP: 2011.0122.021

Impiego di compost come substrato di coltivazione nei sistemi senza suolo e valutazione dell'accumulo di metalli in *Lactuca sativa* L.

Gattullo Concetta Eliana¹, Terzano Roberto¹, Mininni Rosaria¹, Mininni Carlo², Parente Angelo²

¹Dipartimento Di Scienze Del Suolo, Della Pianta E Degli Alimenti (Di.S.S.P.A.) - Università Degli Studi Di Bari, Bari, Italy

²Istituto Di Scienze Delle Produzioni Vegetali (I.S.P.A. - C.N.R.), Bari, Italy

L'impiego di compost come ammendante o substrato di coltivazione nei sistemi senza suolo è sempre più diffuso in orticoltura. Tuttavia, alcune proprietà chimiche dei compost, quali il contenuto di metalli pesanti, possono compromettere la produzione dal punto di vista quali-quantitativo. Nel presente lavoro è stato valutato l'effetto di due compost, uno ottenuto da FORSU (CM1), e l'altro da residui spiaggiati di *Posidonia oceanica* (L.) Del. e fanghi di depurazione (CM2), sulla crescita e sull'accumulo di metalli da parte di sei tipologie di lattuga (*Lactuca sativa* L.). I livelli di Pb, Cd, Cu e Zn in CM1 erano vicini ai limiti massimi consentiti dal D.lgs. 75/2010, mentre in CM2 apparivano inferiori. La lattuga è stata coltivata in serra, secondo uno schema a blocchi randomizzati con tre repliche, in vasi contenenti: CM1+perlite, CM2+perlite, torba+perlite (controllo), al 50% (v/v). Dopo 15 settimane, sono stati misurati il peso fresco e secco (PF, PS), il numero di foglie, l'area fogliare (LAI) e lo SPAD. Radici e foglie sono state essiccate, mineralizzate ed analizzate mediante ICP-AES per Pb, Cd, Cr, Co, Ni, Fe, Mn, Cu, e Zn. In generale, i trattamenti non hanno prodotto sintomi di fitotossicità. CM1+perlite ha provocato una riduzione di PF e LAI rispetto al controllo. Nelle foglie, le concentrazioni di Pb e Cd sono apparse in tutti i casi notevolmente inferiori ai limiti imposti dalla legislazione europea. Le piante allevate su CM1+perlite e CM2+perlite hanno in generale accumulato meno Cr, Mn, Fe e Zn rispetto al controllo. L'accumulo di Pb, Cr, Fe, Cu e Zn nelle radici è risultato maggiore rispetto alle foglie. In CM1+perlite, la concentrazione di Pb nelle radici è apparsa più alta del controllo. Questo studio dimostra che, in coltivazioni senza suolo, il compost garantisce buoni standard produttivi e bassi rischi di accumulo di metalli nella lattuga, anche quando presenta metalli pesanti in concentrazioni vicine a quelle massime consentite.

Regulation of ascorbic acid accumulation in tomato ecotypes during ripening and storage

Minutolo Maria, Zarrillo Anna, Gazzillo Elena, Amalfitano Carmine, Errico Angela

Agrarian Department, University of Naples Federico II, Portici, Italy

The regulations of some synthesis genes, and those of recycling and oxidation, related to ascorbic acid were studied during ripening and storage in Campanian tomato ecotypes Vesuvio (V) and Tondo Giallo (TG) with long shelf-life, and perishable Maiese (M). At ripening (R), in V and TG gene expressions were similar or lower respect to M, while total ascorbic acid (tAsA: ascorbic, AsA, and dehydroascorbic, DhA, acids) and AsA were higher, and AsA/tAsA was lower than in M. During ripening tAsA and AsA increased in V and TG, and decreased in M. These metabolite trends disagree with those of gene expressions, therefore, more investigations on alternative synthesis roots and enzyme activities are needed. However, the higher tAsA in V and TG at R agreed with the recorded ACCS (ethylene synthesis key gene) downregulation respect to M, in latter a higher ethylene activity, as known, could have lowered tAsA, and could explain softer fruit observed. Further, ethylene downregulates synthesis genes and no recycling ones, in agreement with evidences in relative gene expressions detected in the ecotypes. During storage, all genes in M and most part of them in V were with similar expression levels and downregulated respect to levels at R. In TG many synthesis genes and oxidation or recycle genes were upregulated respect to levels at R and to those of M. The tAsA content, almost similar among ecotypes, remained as at R in M, fell down and after remained constant in V, and gradually decreased in TG. The AsA/DhA was higher in V and TG than in M. Respect to the level at R, ACCS was downregulated in M, remained low expressed in V, and upregulated in TG. In M a higher ethylene could have triggered oxidative burst at R that could be maintained during storage, inducing AsA oxidation overcame DhA recycle. Instead, the lower, in V, or delayed, in TG, ethylene activity during ripening and storage, and in TG also the good reducing level by ascorbic acid, could be related to the long shelf-life.

Antioxidant metabolites in tomato organs as response to virus infection

Minutolo Maria, Zarrillo Anna, Verdoliva Simona, Amalfitano Carmine, Alioto Daniela, Errico Angela

Agrarian Department, University of Naples Federico II, Portici, Italy

The study regards the effects of eggplant mottled dwarf virus (EMDV) on Campanian tomato ecotypes Tondo Giallo, characterized by long shelf life, and Maiese, on ascorbic acid and polyphenol accumulations as plant response to the infection stress. Such response to virus is little studied, thus, we explored this on ecotypes for which we already found a different pattern of the metabolite accumulations during ripening that we associated also to their different shelf life. The EMDV was mechanically inoculated onto tomato plants grown in greenhouse until the second leaf stage, and virus infection was monitored by symptom expression and ELISA test. Both ecotypes showed almost similar susceptibility to the infection. In post inoculation, for both ecotypes total ascorbic acid (ascorbic and dehydroascorbic acids, tAsA) increased in leaves of diseased plants respect to healthy plants, in these latters higher tAsA was recorded for Maiese than for Tondo Giallo. Also, in leaves, although healthy Maiese showed lower total polyphenols (tPph) than healthy Tondo Giallo, in the diseased ecotypes the relative contents were inverted because tPph contents increased in Maiese and decreased in Tondo Giallo respect to the levels in the respective healthy plants. Both ecotypes, transferred in field, showed higher tPph in the typical discoloured symptomatic fruits, than in those from healthy plants at any stage of sampling: immature, mature green, turning and ripe. Instead, tAsA in diseased fruits was generally lower for Tondo Giallo, and at turning and at ripe higher for Maiese, than in fruits from the respective healthy plants. Although both ecotypes were susceptible to EMDV infection, the host response seems to depend by the genotype, since Tondo Giallo did not always show increase in the antioxidant metabolites in the diseased organs as expected, because virus usually upregulates response genes. Investigations on gene regulations in tomatoes by EMDV have to be carried out.

Antioxidant accumulation in different pepper organs

Minutolo Maria, Verdoliva Simona, Zarrillo Anna, Amalfitano Carmine, Alioto Daniela, Errico Angela

Agrarian Department of University of Naples Federico II, Portici, Italy

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is an important crop not only for the economic point of view, but also for the nutritional value of its fruits which are a source of antioxidants such as ascorbic acid, polyphenols, carotenoids, and chlorophylls. These, reduce the risk of onset of diseases such as atherosclerosis, some cancers and degenerative and cardiovascular disease. Antioxidants vary according to the genotype, developmental stage and environmental conditions. The aim of this study is to evaluate during ripening the accumulation of antioxidant metabolites in different pepper ecotypes and varieties which differ in the fruit colour and shape. Pepper seeds were provided by SemiOrto Sementi (<http://www.semiorto.com>) and plant germoplasm Regione Campania. The experiments were carried out in a greenhouse. Antioxidants in leaves were evaluated at vegetative stage, and in fruits at the stages: immature (IG); mature green (MG); turning (T), and ripe (R). In leaves, all analyzed antioxidants varied according to the genotypes. In general at higher polyphenol contents corresponded lower total ascorbic acid. Among the numerous genotypes, Corno di Capra Giallo showed the highest accumulations of total ascorbic acid, lycopene, β -carotene and flavonoids and had also a good amount of total polyphenols and chlorophylls. In fruits, generally total ascorbic acid increased along ripening, and at the ripe the highest values was reached in Puparulillo and Papecchia and the lowest in Nocera Giallo. Instead, in the ecotype Rogianiello the highest total ascorbic acid was at MG stage. Polyphenols generally showed a minimum at MG and in the other stages was variable among ecotypes. This investigation could be useful as preliminary study for the pepper resistance to abiotic and biotic stresses, that are know to be controlled by antioxidants, and to evaluate nutraceutical quality of peppers that in Mediterranean diet are consumed at any ripening stage.

Caratterizzazione di metaboliti secondari del seme di lino e dei suoi coprodotti mantenuti a diversi tempi e modalità di conservazione

Pugliese Annalisa¹, Cola Daniele², Castagna Antonella², Ranieri Annamaria²

¹Centro di Ricerche Agro-Ambientali Enrico Avanzi, Università di Pisa

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali, Università di Pisa, Pisa, Italy

Negli ultimi anni il cambiamento dello stile di vita e dell'alimentazione hanno contribuito all'aumento di patologie cardio-vascolari e cronico-degenerative. Medici e nutrizionisti sottolineano sempre più frequentemente l'importanza dell'assunzione giornaliera di alimenti naturali per fornire all'organismo una serie di composti bioattivi capaci di rallentare o contrastare i processi di invecchiamento cellulare che portano alle sopracitate patologie. La possibilità di integrare nell'alimentazione i prodotti derivanti dal lino rappresenta un'interessante strategia per incrementare l'apporto di composti nutraceutici dalle importanti potenzialità salutistiche. Il lino infatti risulta essere un'ottima fonte di composti antiossidanti, grazie alla presenza di carotenoidi e alla componente fenolica, oltre a presentare un rapporto ω -6/ ω -3 nettamente spostato a favore di quest'ultimo. Lo scopo del presente studio è stato quello di verificare se nel pannello, ottenuto dalla spremitura a freddo dei semi di lino, si mantenessero le caratteristiche salutistiche che sono tipiche del seme. Inoltre, è stata valutata l'influenza della durata della conservazione e della modalità di packaging (carta e plastica) nel determinare il contenuto dei principali composti nutraceutici, quali carotenoidi, clorofille, composti fenolici unitamente alla valutazione della loro capacità antiossidante. Il contenuto in fenoli totali, flavonoidi e flavonoli è stato determinato mediante saggi spettrofotometrici mentre il profilo degli acidi fenolici è stato valutato tramite HPLC come pure sono stati quantificati i principali carotenoidi (luteina e β -carotene) e clorofille (a e b). Infine è stata determinata l'attività antiossidante (tramite i saggi ABTS, DPPH e FRAP) e la capacità chelante il ferro. I risultati hanno evidenziato un'invariata composizione tra seme e pannello nel contenuto dei diversi composti bioattivi analizzati e nell'attività antiossidante. Una modesta diminuzione di tali parametri si verificava dopo 6 mesi di conservazione del pannello, indipendentemente dalla modalità di packaging considerata. In conclusione, i risultati ottenuti suggeriscono che i co-prodotti dell'industria agro-alimentare, attualmente considerati alla stregua di scarti, possano trovare impiego come risorsa per l'alimentazione umana e animale in un prossimo futuro.

Studio degli effetti della carenza di ferro sull'attività fotorespiratoria

Casiraghi Fabio Marco, Zocchi Graziano

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

Il Ferro (Fe) è un elemento essenziale per tutti gli organismi viventi come cofattore di vari processi biochimici quali fotosintesi, respirazione, sintesi del DNA. L'effetto più evidente della Fe carenza nelle piante è una marcata clorosi causata dalla mancata sintesi di clorofilla, che può tradursi in limitazioni della fotosintesi e/o in fotoinibizione, e quindi in una riduzione del tasso di assimilazione della CO₂. In queste condizioni, la generazione di specie reattive dell'O₂ (ROS) può indurre stress ossidativo e danni al fotosistema II (PSII) e, a volte, al fotosistema I (PSI). La fotorespirazione può essere considerata come un ciclo operante tra cloroplasti, perossisomi, mitocondri e citosol, che contribuisce a proteggere le piante da fotoinibizione e accumulo eccessivo di ROS. Nella parte iniziale del lavoro, piante di *Cucumis sativus* L. sono state allevate a diversa biodisponibilità di Fe nel tempo, per studiare l'eventuale relazione tra Fe carenza e attività fotorespiratoria, mediante un approccio che prevede la caratterizzazione metabolica dei diversi compartimenti cellulari coinvolti. Analisi preliminari in vivo di parametri fotosintetici e di fluorescenza della clorofilla suggeriscono una reale limitazione della fotosintesi e un'induzione delle vie alternative di dissipazione dell'eccesso di energia fotochimica. Sono stati condotti saggi di attività di enzimi coinvolti nella fotorespirazione. I dati ottenuti mostrano una netta riduzione di attività degli enzimi Fe dipendenti. E' stata intrapresa la purificazione della frazione perossisomiale, allo scopo di condurre analisi Western Blot di enzimi del ciclo fotorespiratorio. I dati ottenuti, insieme a dati pregressi, suggeriscono che lo squilibrio nel macchinario fotosintetico indotto da Fe carenza possa essere compensato da una maggiore attivazione della fotorespirazione. In seguito verrà condotta la purificazione di cloroplasti e di mitocondri e questi saranno caratterizzati in condizioni di Fe carenza.

Studio dell'espressione di cinnamil alcool deidrogenasi (cads) in frutti di pesco (*Prunus persica* [L.] Batsch.) a differente consistenza e colore della polpa

Gabotti Damiano, Morgutti Silvia, Negrini Noemi, Cocucci Maurizio

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

In pesca la consistenza della polpa del frutto (NMF, MF) potrebbe essere influenzata oltre che dall'attività di enzimi di parete (endo-PG) anche dai composti fenolici, prodotti del metabolismo secondario noti per la loro funzione antiossidante e le proprietà nutrizionali. Fra questi, l'acido ferulico, intermedio della via biosintetica dei fenilpropanoidi, appare implicato nell'irrigidimento delle pareti cellulari sia tramite la formazione di legami labili con la componente polisaccaridica (ponti di- o poliferulici) sia come precursore dei monolignoli con formazione di un polimero stabile (lignina). Alcuni enzimi di questa complessa via biosintetica potrebbero svolgere un ruolo importante nel determinare le proprietà qualitative (tessitura) e nutrizionali dei frutti indirizzando gli intermedi (composti fenolici) verso prodotti finali con diversa biodisponibilità e funzione. In frutti di pesca di un genotipo NMF è stata rilevata la presenza di una putativa Cinnamil-Alcool Deidrogenasi (CAD), enzima chiave in una ramificazione della via dei fenilpropanoidi che porta alla sintesi di lignina. Risultati preliminari ottenuti indicano: a) la presenza in pesco di circa 60 putativi geni cad diffusi nel genoma, di cui risultano maggiormente numerosi o espressi quelli sugli scaffold 6 e 8; b) la presenza nei tessuti (mesocarpo, esocarpo) di frutti di diversi genotipi di un'attività CAD totale i cui livelli risultano variare coerentemente con le caratteristiche fenotipiche di consistenza della polpa e con lo sviluppo della colorazione rossa durante il viraggio. Nel presente studio è stato condotto un confronto fra le sequenze cad6 e cad8 per individuare una regione adatta allo sviluppo di un anticorpo policlonale anti-CAD sc.8. Nel mesocarpo di frutti di pesco sono stati valutati i livelli di isoforme CAD e l'attività CAD e le loro variazioni sono state discusse in relazione al diverso fenotipo di consistenza (NMF e MF) e colore della polpa ("Sanguinella").

Effetto dell'impiego di funghi micorrizici arbuscolari sulla produzione e qualità di trinciato di mais

Agrelli Diana, Amalfitano Carmine, Di Meo Vincenzo, Di Rauso Simeone Giuseppe, Rao A. Maria, Sifola Maria Isabella, Zangrillo Roberto, Zannella Carmela, Adamo Paola

Dipartimento di Agraria, Università degli studi di Napoli Federico II, Portici, Italy

Si riportano i risultati di una sperimentazione di pieno campo finalizzata ad accertare l'effetto dell'impiego di FMA sulla produzione e qualità di mais da trinciato coltivato nella piana del Volturno (regione Campania) in rotazione con erbai di leguminose da foraggio. Inoculi commerciali di *Glomus intraradices* e *mosseae* sono stati impiegati in sostituzione della concimazione fosfatica e in presenza di diverse dosi di azoto. La colonizzazione fungina delle radici di mais e parametri fenologici della pianta sono stati monitorati in fase di levata e di maturazione cerosa. La persistenza nel suolo dell'inoculo fungino è stata accertata mediante misura della percentuale di micorrizzazione delle radici di trifoglio in successione. Sul trinciato di mais prodotto nelle diverse condizioni colturali, è stato determinato: il contenuto di sostanza secca per ettaro, il contenuto di macro (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrienti (Cu, Fe, Mn, Zn), proteine, lipidi grezzi, frazioni fibrose della parete cellulare (ADF, NDF, ADL), ceneri, amido, il valore energetico espresso in unità foraggera latte (UFL). L'elaborazione statistica preliminare dei dati evidenzia produzioni quali quantitativamente simili tra tutte le tesi testate, ad eccezione delle tesi con totale assenza di concimazione azotata. I dati confermano l'attecchimento dell'inoculo micorrizico e il suo potenziale effetto positivo sulla produzione di trinciato, indicando la possibilità di una riduzione anche della quantità di concimi azotati normalmente utilizzata nell'areale di studio senza compromettere le produzioni. La buona dotazione in nutrienti e l'elevato potenziale endogeno di micorrize dei suoli oggetto di studio, nonché la difficoltà di gestire al meglio le sperimentazioni in pieno campo, sembrano attenuare i potenziali effetti benefici dell'inoculo micorrizico testato.

Studio comparativo a livello fisiologico e trascrizionale della risposta alla carenza di ferro o fosforo in radici di *Lupinus albus* L.

Venuti Silvia, Zanin Laura, Zanon Laura, Tomasi Nicola, Pinton Roberto

Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali- Universita' Degli Studi Di Udine, Udine, Italy

Il lupino bianco (*Lupinus albus* L.) è considerato una pianta modello per lo studio dell'essudazione radicale attuata al fine di mobilizzare elementi nutritivi poco mobili; in condizioni di P-carenza essa, infatti, modifica l'apparato radicale con la formazione di strutture specializzate chiamate cluster roots da cui avviene un elevato rilascio di acidi organici e flavonoidi che permettono un'efficiente risposta adattativa. I meccanismi coinvolti nel rilascio di essudati radicali in condizioni di Fe-carenza e le differenze fra le risposte attuate nei due stress nutrizionali (P- e Fe-carenza) sono ancora poco chiariti. Una maggiore comprensione dei meccanismi che regolano l'essudazione radicale è fondamentale per migliorare l'efficienza della nutrizione minerale delle piante. A tale scopo le piante sono state allevate in condizioni di Fe- o P- carenza per un periodo di 5 settimane in modo da garantire il tempo necessario per la formazione dei cluster root. La risposta fisiologica è stata valutata fornendo fonti di Fe o P a diverso grado di solubilità e marcate con isotopi radioattivi, quali rispettivamente ^{59}Fe -EDTA e (^{59}Fe)-Ferridrite o $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ e (^{32}P)-Vivianite, fino ad un periodo di 24 ore. I risultati mostrano come nelle piante Fe-carenti si verifichi un accumulo repentino del Fe da ^{59}Fe -EDTA nelle radici, mentre per la fonte poco solubile (^{59}Fe)-Ferridrite la risposta comincia ad essere visibile solo a 24 ore; inoltre questa fonte appare essere maggiormente utilizzata dalla parte apicale delle piante Fe-carenti. Si evince inoltre come non ci sia una sostanziale differenza nella capacità dei cluster roots delle piante P-carenti rispetto a quelli Fe-carenti nel mobilizzare il Fe da (^{59}Fe)-Ferridrite. I risultati indicano una differenza nella capacità dei cluster roots di partecipare all'acquisizione di Fe e P da fonti poco solubili. Per lo studio trascrittomico sono in corso analisi via RNA-seq dei tratti apicali delle radici e dei cluster roots.

Studio della composizione elementare di succhi xilematici e soluzioni del suolo mediante spettroscopia di fluorescenza di raggi X a riflessione totale (TXRF)

Cuccovillo, Giovanni¹, Vekemans Bart², Vincze Laszlo², Vandenabeele Peter², Tomasi Nicola³, Pinton Roberto³, Mimmo Tanja⁴, Cesco Stefano⁴, Terzano Roberto¹

¹Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti - Università degli Studi di Bari, Bari, Italy

²Department of Analytical Chemistry - Ghent University, Ghent, Belgium

³Dipartimento Di Scienze Agrarie Ed Ambientali - Università degli Studi di Udine, Udine, Italy

⁴Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

La spettroscopia di fluorescenza di raggi X a riflessione totale (TXRF) è una tecnica analitica basata sugli stessi principi della fluorescenza di raggi X, ma notevolmente più sensibile grazie alla particolare geometria utilizzata per eccitare il campione. Inoltre, la TXRF consente di analizzare campioni di volume estremamente ridotto (pochi μl) come succhi xilematici o soluzioni del suolo. L'obiettivo principale del presente lavoro è la validazione della TXRF come tecnica per l'analisi di succhi xilematici e soluzioni del suolo, al fine di studiare i meccanismi di mobilizzazione degli elementi in tracce dal suolo ed i relativi processi di traslocazione dalle radici alle foglie. A tale scopo, sono state eseguite analisi su succhi xilematici di piante di pomodoro e cetriolo, sottoposte a diverse condizioni di crescita: Fe sufficienza, Fe carenza e dopo approvvigionamento con fonti naturali di Fe. Inoltre, analisi TXRF hanno riguardato soluzioni del suolo di piante di lupino, orzo e pomodoro, prelevate a differente distanza dalle radici. Le analisi di TXRF sono state eseguite in triplo su volumi di campione di 10 μl e sono stati quantificati i seguenti elementi: K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Co, Cu, Zn, Sr e Pb. I limiti di quantificazione variano in funzione dell'elemento e vanno dai 10 ppb dello Sr agli 80 ppb del Ca, con una variabilità strumentale tra il 5% ed il 10%. Oltre ad aver verificato un recupero nella quantità di Fe nei succhi xilematici di piante Fe carenti rifornite con fonti naturali di Fe, è stata osservata una elevata concentrazione di Cu, Zn e Ni in piante Fe carenti. Per quanto riguarda le soluzioni del suolo, è stata osservata una deplezione di Fe, K e Ca in prossimità della radice a seguito dell'assorbimento da parte della pianta. In conclusione, la TXRF può essere considerata una tecnica analitica alternativa all'ICP AES, particolarmente idonea per analizzare rapidamente e con costi contenuti campioni di volume ridotto.

Ricerca eseguita con contributo MIUR, programma FIRB2012.

Light-emitting diodes (LEDs) as light source for *Myrtus communis* L.: preliminary investigations

Ortolani Maria Raffaella, Astolfi Stefania, Bellarosa Rosanna

Dipartimento di Agricoltura, Foreste, Natura ed Energia, Università degli studi della Tuscia, Viterbo, Italy

Fluorescent light is typically used as light source in plant growth chambers. However, light emitting diodes (LEDs) have been recently proposed as an attractive low cost alternative technology for plant growth in controlled environment. Major advantage of LEDs is wavelength specificity, that allows to adequately adjust the spectra according to plant needs. Aim of this work was to compare the effect of traditional fluorescent lighting or LED lighting on physiological performance of common myrtle (*Myrtus communis* L.). Seedlings of common myrtle were grown in a growth chamber (about 52 days), under white fluorescent lamp (OSRAM L 36W/77 FLUORA) or four Valoya LED lights (AP67, NS2, AP67 ARCH and G2). Valoya LED lamps used in this study emitted a continuous spectrum thanks to a mixture of blue, green, red and far red LEDs. We evaluated some parameters related to plant photosynthetic activity (total chlorophyll and β carotene content), to plant metabolic activity (protein content as well as changes in extractable activities of key enzymes involved in N assimilation as nitrate reductase and glutamine synthetase) and finally to plant response to photodamage (changes in malondialdehyde concentration). Results showed that the responses vary according to LED lighting and up to now clear effect of light quality could not be recognized. Furthermore, our data show that the chlorophyll content increased under red LEDs (as shown for plants grown under G2), while β carotene content was higher under blue LEDs (as shown for plants grown under AP67 ARCH). On the other hand, the protein content increased in plants grown under LED lights with respect to the control (fluorescent lamp). In conclusion, our preliminary study provides a first indication that LED lights could be more efficient than fluorescent lamp, but further investigations are required for better understanding of plant adaptation strategies to different lights.

Plant growth in continuous and pulsed light emitting diode irradiation: development of a prototype

Ortolani Maria Raffaella, Astolfi Stefania, Bellarosa Rosanna

Dipartimento di Agricoltura, Foreste, Natura ed Energia, Università degli studi della Tuscia, Viterbo, Italy

Forest nursery production plays a crucial role in supporting forest restoration programs in adverse environments. Consequently, there is a constant need for efficient production of high-quality seedlings to improve the success of restoration and afforestation programs. To meet this request an innovative growth chamber, named prototype, has been developed in our laboratory. The prototype consists of 10 shelves running under three LED lamps. A PLC control is used to set the experimental conditions and to control the automatic irrigation. This work aims to compare the application of traditional growth chambers with LED lighting with innovative growth chamber (prototype) using common myrtle (*Myrtus communis* L.) as model plant. Results showed that both chlorophyll and β -carotene contents were higher in plants grown in the prototype than in the traditional growth chamber. Furthermore, the malondialdehyde (MDA) content was lower in myrtle plants cultured in the prototype, suggesting that pulsed light due to the shelves' rotation most likely reduces photodamage. Despite the efficiency of prototype and LED lighting were assessed, further investigations are required for a better understanding of plants adaptation to this new growth conditions. However, at this stage it is reasonable to suggest that the large number of plants hold by the prototype, the energy saving and the high mechanization make the prototype as a promising tool.

SESSIONE III – La Chimica Agraria: fulcro per la sostenibilità delle produzioni e la sicurezza ambientale

Evaluation of hormone-like activity of dissolved organic matter fraction (DOM) of compost and digestate

Scaglia Barbara, Pognani Michele, Adani Fabrizio

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, territorio e agroenergia, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

Biomasses are usually applied to soil for their agronomic properties (fertilization and amendment). However, the interest in biomasses as sources of fractions able to improve plant growth is recently increasing, with particular focus on vegetal hormones and hormone-like molecules. Although compost has been studied in depth in this sense, no data are reported on the extraction of this kind of molecules from digestate biomass. The aim of this work is to study the auxin- and gibberellin-like activity of digestate in comparison with compost dissolved organic fraction (DOM). DOM (i.e., fraction < 0.45 μm) is the more reactive among the organic matter fractions readily available to microbial and plant metabolism. No gibberellin activity were found for both compost and digestate, whereas digestate showed auxin properties depending on hydrophilic (Hi) and neutral hydrophobic (NHo) DOM fractions. Hormone activity depended, above all, by the presence of auxin (NHo) coming from anaerobic digestion of aromatic aminoacid. Moreover, Hi digestate fraction showed hormone like activity due to osmosis stress induced by mannitol.

Ottenimento di un ammendante compostato misto da sottoprodotti dell'Industria Farmaceutica: problematiche ed opportunità

Cucina Mirko¹, Curini Massimo², Di Maria Francesco³, Gigliotti Giovanni¹, Marcotullio Maria Carla², Zadra Claudia²

¹Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, Università degli Studi di Perugia, Perugia, Italy

²Dipartimento di Scienze Farmaceutiche, Università degli Studi di Perugia, Perugia, Italy

³Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Perugia, Perugia, Italy

Lo smaltimento di residui industriali non pericolosi è un problema di notevole importanza da un punto di vista ambientale, tecnico ed economico. Una ricerca multidisciplinare ha affrontato la problematica relativa al recupero di energia e materia a partire da una biomassa residua dell'industria farmaceutica contenente "new emerging contaminants". La presenza di queste sostanze nell'ambiente (acqua, suolo) è considerata uno dei problemi più rilevanti dell'ultimo decennio. La sperimentazione prevedeva il co trattamento anaerobico della biomassa per la produzione di biogas ed il successivo trattamento di co compostaggio del digestato ottenuto. Le prove di biometanazione potenziale hanno evidenziato che, nonostante la presenza di residui significativi dei composti derivanti dal processo produttivo (farmaco, suoi prodotti di degradazione, additivi e precursori del processo di fermentazione), non si evidenziava nessun effetto inibente sulla biomassa microbica. Al termine delle prove di biometanazione, nel digestato, i residui di farmaco e dei suoi prodotti di trasformazione erano inferiori al limite di sensibilità del metodo utilizzato. In una parallela prova di co digestione in scala semi industriale, il digestato invece mostrava ancora tracce rilevabili dei composti sopra detti. Il digestato veniva successivamente sottoposto a co compostaggio (impiegando paglia di cereali e cippato di legno rispettivamente come materiale adsorbente e strutturante) in un impianto pilota. Al termine del processo, l'ammendante ottenuto rispettava pienamente i limiti imposti dalla legislazione vigente, in particolare l'indice di germinabilità raggiungeva il valore dell'84%, contro il 31% della miscela iniziale e l'1% del digestato. Inoltre, il compost ottenuto non mostrava residui rilevabili di farmaco. Una prova di ammendamento effettuata in microcosmo mettendo a confronto biomassa residua del processo industriale, digestato e compost, ha evidenziato una forte diminuzione delle emissioni di CO₂ nei suoli fertilizzati con l'ammendante compostato rispetto alle altre due biomasse.

Impiego di microalghe per la rimozione di composti inorganici ed agrofarmaci dall'acqua

Baglieri Andrea¹, Barone Valeria¹, Fragala' Ferdinando¹, Negre Michele², Gennari Mara¹

¹Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari, Università degli Studi di Catania, Catania, Italy

²Dipartimento di Scienze agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Torino, Italy

Le alghe rappresentano una notevole varietà di specie fotosintetiche in grado di svilupparsi in svariati ambienti acquatici. Esistono specie autotrofiche ed eterotrofiche capaci di produrre elevate quantità di carboidrati, lipidi, proteine oltre che composti bioreattivi quali pigmenti, antiossidanti, sostanze antivirali e antibatteriche. La loro capacità di dare origine a notevoli quantità di biomassa in tempi brevi, le rende adatte per la produzione di composti per l'alimentazione umana e animale oltre che biocarburanti. Studi recenti hanno dimostrato la capacità di alcune microalghe di svilupparsi in substrati non convenzionali suggerendo la possibilità di sfruttare questo requisito per operare la depurazione delle acque reflue ricche di nitrati e fosfati, principali responsabili del processo di eutrofizzazione. La letteratura riporta alcuni risultati interessanti relativi alla depurazione di reflui zootecnici e civili. Allo stato attuale, non vengono riportati dati relativi alla possibilità di usare microalghe per la depurazione di acqua residua delle colture idroponiche ed acqua contenente agrofarmaci. Questi due aspetti della realtà agricola, rappresentano problemi di rilievo dal punto di vista economico e ambientale. Con il presente lavoro è stata valutata la possibilità di allevare le microalghe *Scenedesmus quadricauda* e *Chlorella vulgaris* in acque reflue provenienti da un impianto di coltivazione di pomodoro fuori terra con l'intento di ottenere la depurazione dell'acqua stessa. Il sistema di allevamento era costituito da una vasca in plexiglas suddivisa in otto scomparti a base quadrata provvista, in ogni scomparto, di tubi per permettere l'insufflazione di aria, generata da aeratori. Tenuto conto della possibilità che in un'azienda agricola possa essere presente acqua contaminata da agrofarmaci in seguito ai trattamenti fitoiatrici (lavaggio delle attrezzature, soluzioni residue ecc.), sono state condotte prove di depurazione di acqua contaminata dai seguenti principi attivi: Metalaxyl, Pyrimethanil, Fenexamide, in presenza di *S. quadricauda* e *C. vulgaris*. I tre composti, saggiati separatamente, sono stati addizionati ad un substrato standard ottimale per lo sviluppo delle due specie algali (BG11) alla concentrazione di 4 mg/L. Dopo 56 gg dall'immissione dell'inoculo delle microalghe, è stato riscontrato un abbassamento della concentrazione di nitrati, nitriti e fosfati del 99%, 98% e 89% rispettivamente. La valutazione della resa in biomassa e del contenuto in carboidrati delle microalghe, ha dimostrato una crescita leggermente inferiore nell'acqua reflua rispetto al substrato standard BG11 ma un più elevato contenuto in carboidrati in ambedue le specie. In presenza delle

microalghe tutti i principi attivi saggiati sono stati rimossi dall'acqua in tempi più brevi rispetto alle condizioni di sterilità del mezzo. In ogni caso, la quantità di agrofarmaco aggiunta nella fase iniziale non ha indotto fenomeni di tossicità.

Utilizzo virtuoso di biocidi naturali nella conservazione dei manufatti d'interesse storico-culturale

Scrano Laura¹, Milella Luigi², Milan Simone^{2,3}, Napolitano G^{2,3}, Lelario Filomena², Bonomo Maria Grazia² e Bufo Sabino Aurelio²

¹Dipartimento delle Culture europee e del Mediterraneo (DICEM) , Università della Basilicata, Potenza, Italy

²Dipartimento di Scienze, Università della Basilicata, Potenza, Italy

³Dottorato di Scienze, Università della Basilicata, Potenza, Italy

Il biodeterioramento del nostro patrimonio culturale è il risultato dell'azione combinata di diversi agenti quali alghe, cianobatteri, batteri e funghi unicellulari e filamentosi, organismi che svolgono un ruolo importante nella trasformazione strutturale dei monumenti di pietra, provocando ingenti danni estetici, fisici e chimici (Lamenti et al. 2000, Crispim & Gaylarde 2005). I tentativi di eliminazione dei biodeteriogeni devono, naturalmente, essere preceduti da un'approfondita valutazione della biodiversità presente sul manufatto artistico/storico, dei rischi per la conservazione dell'opera stessa, e del suo valore storico-ambientale, non trascurando le previsioni di durata temporale dell'effetto dell'intervento. I metodi più semplici per la rimozione dei biodeteriogeni sono quelli meccanici, fisici, chimici. Attualmente, nell'ottica di salvaguardia dell'ambiente e della salute umana, sono sperimentati metodi biologici che utilizzano sia specie parassite e antagoniste dei biodeteriogeni sia prodotti del metabolismo secondario di microorganismi e/o di piante. In questo lavoro è stata testata in vitro la bio-attività di metaboliti secondari prodotti da *Trichoderma harzianum* (strain T-22) e *Trichoderma asperellum* (strain B1) e da *Cannabis sativa* varietà Futura 75 e USO 31 su colonie batteriche (genere *Bacillus*) e fungine (*Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum*) colonizzatrici di due ponti siti in Potenza e provincia. Entrambi gli strain di *T. harzianum* e *T. asperellum* hanno evidenziato la loro bioattività: *T. harzianum* in generale è più aggressivo del *T. Asperellum* sia contro i batteri sia contro i funghi. Gli estratti di *C. sativa* hanno evidenziato una maggiore attività inibitoria verso le colonie batteriche rispetto alle fungine, confermando quanto riportato in letteratura (Ali et al. 2012). Questi risultati possono aprire interessanti prospettive sulla possibilità di utilizzare bio-materiali per la formulazione di eventuali prodotti commerciali. Tali formulati avrebbero il vantaggio di essere meno pericolosi dei biocidi di sintesi per la salute dell'uomo e degli animali, di non avere impatto ambientale negativo, di essere bio-degradabili, ed in più di essere compatibili con i materiali utilizzati nella costruzione delle opere d'interesse storico-culturale.

References: Ali, E.M.M.; Almagboul, A.Z.I.; Khogali, S.M.E.; Gergeir U.M.A. 2012 Chinese Medicine, 3: 61-66
Crispim, C.A.; Gaylarde, C.C. 2005. Microbial Ecology 49: 1-9.
Lamenti, G.; Tiano, P.; Tomaselli, L. 2000. Journal of Applied Phycology 12: 427-433.

Soil and plant sulfadiazine content and its effects on photosynthesis and endophytic bacteria of common Hazel (*Corylus avellana* L.)

Meggio Franco¹, Michelini Lucia², Thiele-Bruhn Soeren³, Reichel Ruediger³, Pitacco Andrea¹, Alberghini Sara¹, Squartini Andrea¹, Ghisi Rossella¹

¹Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università di Padova, Padova, Italy

²Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università di Padova, Belluno, Italy

³University of Trier, Trier, Germany

Soil contamination by bacteriostatic drugs is a possible consequence of animal husbandry waste, sewage sludge and reclaimed water spreading in agriculture. In the present study sulfonamide concentrations in soil and plant tissues, physiological indicators of phytotoxicity and the quantitative variation of culturable bacterial endophytes were analyzed in common hazel plants (*Corylus avellana* L.) grown in the presence of serial doses of sulfadiazine (SDZ). One year old potted plants of this species were grown for 64 days in soil spiked with SDZ in the range 0.01 – 100 mg kg⁻¹ soil. In soil the extractable antibiotic concentration was very low immediately after its administration, but at the end of the experiment it was detectable at higher levels. In plants, SDZ was mainly stored inside roots and increased, along with its 4 hydroxy derivate, with the supplied concentration of the antibiotic. SDZ had no negative effects on plant growth at any concentration tested, but it altered root morphology at concentrations higher than 1 mg kg⁻¹. At leaf level, gas exchange and chlorophyll fluorescence analysis revealed that the highest concentrations of SDZ impaired net photosynthesis, and effects were more evident than for transpiration. Microbiological analyses revealed a higher number of culturable endophytic bacteria in the leaf petiole of plants treated with 0.1 and 0.01 mg kg⁻¹ in comparison to control, and much lower counts in plants treated with 1 mg kg⁻¹ and higher doses, thus indicating the presence of SDZ even at concentrations below the limit of detection of chemical analysis. Overall results show that one year old hazel plants are able to accumulate SDZ from the soil without showing visible symptoms, but photosynthetic and microbiological analyses suggest that sensitive reactions may occur even at environmental relevant concentrations.

Microalghe e bioraffineria: Il mondo agricolo si trasforma

Adani Fabrizio¹, Menin Barbara¹, Rossi Dario², Mariani Paola², Idà Antonino¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, territorio e agroenergia, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

²Parco Tecnologico Padano, Lodi, Italy

Il sistema Agro industriale Italiano è uno dei più evoluti fra quelli dell'Unione Europea con una grande capacità produttiva certificata e di qualità, nonché dalla naturale propensione all'innovazione ed all'integrazione delle nuove tecnologie nei sistemi agricoli, come la produzione di biogas. A latere di ciò, una problematica derivante da questo sistema industriale sono le acque di scarico identificabili come reflui e/o digestati e che necessitano di un trattamento per essere smaltite il quale rappresenta una voce di costo significativa per l'industria agricola. È stato stimato che il volume prodotto si aggira circa sui 200 milioni di metri cubi annui di acque di scarico prodotte (EUROSTAT 2014). D'altra parte questi scarti sono una fonte ricca di carbonio ed in generale di macro e micro nutrienti rinnovabili che potrebbero essere recuperati per lo sviluppo di un processo economicamente vantaggioso per la produzione di biomasse di terza generazione quali ad esempio le alghe. Questi organismi unicellulari studiati ormai da anni per il loro alto potenziale in termini di produzione di prodotti ad alto valore aggiunto (antiossidanti, proteine, acidi grassi poli insaturi) usati in differenti settori produttivi, come ad esempio: Nutraceutico; Farmaceutico; Alimentare e Cosmetico. Offrono una potenziale risposta ai problemi di trattamento delle acque di scarico, in quanto questi microorganismi riescono ad utilizzare i nutrienti presenti in soluzione di queste acque e trasformarli in biomassa algale, ed introducono un sistema innovativo per lo sviluppo dei nuovi prodotti in una logica di bioraffineria. Lo studio proposto si è posto come obiettivo la caratterizzazione delle produzioni di ceppi algali, scelti appositamente per l'interesse commerciale che le stesse rappresentano e chiarire tramite metodi molecolari, caratterizzando il trascritto di tutte le specie utilizzate: *Pavlova lutherii* e *Chlorella Spp.* *Phaedactylum tricornutum* ed *Arthrospira Platensis*, per sottolineare la risposta fisiologica di questi microorganismi a stress indotti che favoriscono l'accumulo di composti così come empiricamente è stato indicato dalla letteratura (Rodolfi et al., 2009). Ed andando a coprire una mancanza informativa rispetto al corredo genetico, con il sequenziamento dell'intero genoma delle specie che non sono ancora state sequenziate *Pavlova lutherii* e *Chlorella Spp.*

Gestione alternativa dell'acqua in risaia e implicazioni agro-ambientali

Miniotti Eleonora Francesca¹, Said-Pullicino Daniel¹, Bertora Chiara¹, Pelissetti Simone¹, Sacco Dario¹, Facchi Arianna², Chiaradia Enrico², Cesari de Maria Sandra², Tenni Daniele³, Romani Marco³, Celi Luisella¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino -, Grugliasco (TO), Italy

²Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy

³Ente Nazionale Risi - Centro Ricerche sul Riso, Castello d'Agogna (PV), Italy

Le tecniche alternative di gestione dell'acqua in risaia influenzano fortemente le condizioni redox dei suoli, con importanti implicazioni sulla disponibilità di nutrienti, sull'emissione di gas ad effetto serra (GHG), sulla qualità dell'acqua, sul bilancio idrico, così come sulla produttività della risaia. Tutti questi aspetti sono stati indagati in una sperimentazione che ha comparato tre tecniche alternative di gestione dell'acqua nel corso di due stagioni colturali (2012-2013): (i) semina in acqua e sommersione continua (FLD); (ii) semina interrata e sommersione posticipata (DRY); (iii) semina interrata e irrigazioni turnate (IRR).Elevate produzioni di granella sono state ottenute nei trattamenti FLD e DRY, mentre IRR ha mostrato produzioni inferiori. Le analisi della soluzione del suolo hanno evidenziato un incremento nella concentrazione di ammonio in corrispondenza delle fertilizzazioni azotate nelle fasi di pre-semina e accestimento, in particolar modo nei trattamenti DRY e IRR. Inoltre, mentre la limitata nitrificazione in FLD ha comportato basse concentrazioni di nitrati, DRY e IRR hanno mostrato invece importanti concentrazioni e fenomeni di lisciviazione lungo tutto il profilo del suolo. Le differenze nelle condizioni redox del suolo hanno influenzato, inoltre, l'emissione di GHG, nell'ordine IRR<<DRY<FLD per il metano e FLD<DRY<<IRR per il protossido d'azoto. Da questi dati si evince che, mentre la semina interrata e sommersione posticipata non risultano aver influenzato significativamente le produzioni, le irrigazioni turnate hanno mostrato una riduzione del 20% del dato produttivo, accompagnata da una difficile gestione dell'N. Entrambe le tecniche con semina interrata possono però offrire una potenziale riduzione dei GHG e dei consumi idrici nei sistemi risicoli.

Produzione di etanolo da biomasse della specie xerofila e alo-resistente *Tamarix jordanis*

Santi Guglielmo¹, Eshel Amram², Crognale Silvia¹, Moresi Mauro¹, Petruccioli Maurizio¹, Ruzzi Maurizio¹, D'Annibale Alessandro¹

¹Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici e Agroforestali - Università della Tuscia, Viterbo, Italy

²Department of Molecular Biology and Ecology of Plants, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

Sebbene la produzione di bioetanolo a partire da cariossidi di cereali e melassi sia ormai una tecnologia matura, la sottrazione di risorse all'alimentazione umana, che comporta la sua applicazione, continua a sollevare grandi perplessità di natura socio-economica. L'approccio di seconda generazione, fondato sull'impiego di biomasse lignocellulosiche quali sorgenti zuccherine, appare una via di uscita per mitigare le problematiche sopra menzionate. Ciò risulta ancora più interessante se la produzione di biomassa avviene su terreni, che, per caratteristiche pedoclimatiche, sono marginali. In questo studio, 3 diverse specie appartenenti al genere *Tamarix*, ossia *T. aphylla*, *T. aphylla* subsp. *erecta* e *T. jordanis*, venivano coltivate nel deserto del Negev (Israele) e irrigate con acque di risulta (salamoie o acque pozzo nero depurate). In funzione della specie e del tipo di acqua irrigua, la produzione di biomassa epifitica variava da 18 a 36 t ha⁻¹ nel primo anno. La biomassa di *T. jordanis* veniva selezionata, quale sorgente zuccherina per la produzione di bioetanolo, sulla base di una caratterizzazione chimica che ne evidenziava un più elevato tenore in cellulosa associato a concentrazioni più basse in emicellulose e fenoli rispetto alle altre 2 specie. Il processo di produzione includeva (i) un pretrattamento di steam explosion acido-catalizzata (200 °C; 90 s; 0.5% H₂SO₄; 160 g L⁻¹), (ii) saccharificazione enzimatica (50 °C; pH 5.0; 200 g L⁻¹; 20 UI g⁻¹) e (iii) fermentazione degli sciroppi zuccherini con un ceppo industriale di *Saccharomyces cerevisiae*. Il processo fermentativo condotto in un reattore STR ad agitazione meccanica per 5 batch ripetuti era caratterizzato da una conversione quantitativa del glucosio in etanolo (0.507± 0.006), i cui picchi di produzione, ad eccezione del 1° batch, si mantenevano su livelli costanti e pari a 24 g L⁻¹. Sulla base di un bilancio di massa, la stima di resa in etanolo ottenibile dal processo è pari a 145 L t⁻¹ di biomassa.

Utilizzo del loietto italico nella fitodepurazione di soluzioni acquose contaminate da terbutilazina

Mimmo Tanja², Bartucca Maria Luce¹, Del Buono Daniele¹, Cesco Stefano²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Perugia, Italy

²Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

Gli erbicidi sono agrofarmaci ampiamente utilizzati per la protezione delle colture dalle piante infestanti. Fra di essi, le triazine costituiscono una classe di molecole molto diffusa, che esplicano la propria azione tossica interrompendo il trasporto fotosintetico di elettroni a livello del fotosistema II. Vi sono però dei problemi ambientali associati con l'utilizzo di questi composti chimici. Essi infatti possono raggiungere anche altre colture od organismi non target, oppure a causa della loro lunga persistenza nel suolo, gli erbicidi possono contaminare le acque superficiali e quelle sotterranee. Tra le attuali tecnologie di protezione/risanamento ambientale, quelle che utilizzano la pianta (fitodepurazione) sono considerate tra le più promettenti. Il presente lavoro è stato pertanto finalizzato ad accertare la capacità del loietto italico di risanare delle soluzioni acquose contaminate da terbutilazina (TBA), un erbicida appartenente alla classe delle triazine. A tal fine, il potenziale fito estrattivo della specie è stato testato mediante un particolare sistema di crescita, il RHIZOtest. Alle tre diverse concentrazioni di TBA scelte per la sperimentazione, è stato accertato che sebbene i trattamenti abbiano avuto qualche effetto dannoso sulle piante, queste ultime sono state in grado di rimuovere quantitativi di erbicida fino al 30-40% del dosaggio iniziale. Inoltre, sono state determinate alcune attività enzimatiche coinvolte nella risposta allo stress indotto dalla TBA. Le glutatione S transferasi (GST) sono state attivate in misura strettamente dipendente dalla dose di erbicida; l'attività delle ascorbato perossidasi (APX) è stata significativamente indotta nelle prime ore dopo il trattamento, manifestando poi una diminuzione nelle piante esposte ai due dosaggi più elevati. In conclusione, questo caso studio evidenzia che la combinazione del loietto e del RHIZOtest risulta essere efficace nel fitorimediale di soluzioni acquose contaminate da TBA.

Tessuti antimicrobici: una risposta alle esigenze di sicurezza in campo zootecnico ed alimentare

Abbate Cristina¹, Restuccia Cristina², Alongi Jenny³, Arcidiacono Rosario¹, Gennari Mara¹

¹Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari, Università di Catania, Catania, Italy

²Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agroalimentari e Ambientali, Università di Catania, Catania, Italy

³Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia, Politecnico di Torino, Sede di Alessandria, Alessandria, Italy

Le problematiche relative alla potenziale contaminazione degli operatori da parte di batteri patogeni non sono da circoscrivere solo alle strutture sanitarie e farmaceutiche ma anche ai comparti agricolo, e più specificatamente a quello zootecnico ed alimentare. I trattamenti antimicrobici hanno finora prevalentemente riguardato il controllo di batteri patogeni sia in campo zootecnico che in quello alimentare, al fine di garantire la sicurezza igienico-sanitaria degli alimenti. Tuttavia è necessario estendere il concetto di sicurezza del luogo di lavoro anche gli operatori, che sono potenzialmente esposti a microrganismi patogeni, quali ad esempio *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria spp.* Poiché gli indumenti indossati dagli addetti ai lavori potrebbero divenire veicolo di contaminazione, una possibile soluzione consiste nell'utilizzo di tessili dotati di proprietà antimicrobiche ad ampio spettro in grado di impedire la proliferazione microbica. Il lavoro di ricerca condotto finora e proposto ha lo scopo di preparare tessili di cotone trattati con silice e dotati di proprietà antimicrobiche. La silice in questione è stata prodotta attraverso un processo sol-gel estremamente semplice, e quindi facilmente applicabile a livello industriale. Tale vantaggio insieme ad altre caratteristiche peculiari, quali il carattere ignifugo di questi trattamenti, rende il processo interessante per un campo, quale quello zootecnico, ancora inesplorato. Inoltre, la produzione di silice direttamente sul tessuto evita qualunque pericolo per l'operatore che esegue i trattamenti. Nello specifico, tessili di cotone a diverse grammature (100, 200 e 400 g/m²) sono stati trattati con silice mediante tecnica sol-gel e inoculati sia con batteri Gram-positivi (*S. aureus*, *Listeria spp.*) che Gram-negativi (*E. coli*). Allo scopo sono stati utilizzati standard internazionali, quali la ISO 20645 [1] per l'analisi qualitativa e l'AATCC 100 [2] per quella quantitativa. Dalle prove qualitative è emerso che intorno ai campioni di tessuto trattato vi è la presenza di un evidente alone di inibizione. La presenza di silice ha generato un abbattimento totale della carica microbica per tutti i microrganismi testati; tali risultati confermano quelli ottenuti con il metodo ISO 20645. Parole chiave: tessuti antimicrobici; sicurezza; comparto agroalimentare; batteri Gram-negativi e Gram-positivi.

[1] ISO 20645. 2004. Textile Fabrics - Determination of antimicrobial activity - Agar diffusion plate test from International Organization for Standardization.

[2] AATCC 100. 2004. Antibacterial Finishes on Textile Materials: Assessment of Developed from American Association of Textile Chemists and Colorists.

Determinazione dell'autenticità di campioni formaggio mediante Spettrometria di Massa Isotopica

Capici Calogero, Mimmo Tanja, Cesco Stefano, Scampicchio Matteo

Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italy

L'autenticità di prodotti agroalimentari è una tematica di grande interesse nel panorama scientifico, soprattutto dato l'elevato rischio di trovare nel mercato prodotti alimentari contraffatti. Pertanto, occorre potenziare i metodi di controllo in grado di proteggere i consumatori da frodi alimentari. L'obiettivo di questo studio è quello di sviluppare un metodo basato sulla spettrometria di massa isotopica (IRMS) in grado di determinare l'autenticità di campioni di latte e formaggio e di rilevare la presenza di latte in polvere in questi prodotti. Seguendo il disciplinare del formaggio Stelvio (DOP), sono stati preparati campioni di formaggio utilizzando latte crudo, pastorizzato e latte in polvere. Mediante IRMS sono stati determinati i rapporti isotopici di $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ di campioni di formaggio raccolti durante il processo di caseificazione, al fine di migliorare la tracciabilità e rilevare eventuali sofisticazioni durante i processi di produzione. I risultati mostrano che i campioni di latte e di formaggio hanno rapporti isotopici simili ($\delta^{13}\text{C} = 25.2 \text{‰} \pm 0.2 \text{‰}$, $\delta^{15}\text{N} = 5.5 \pm 0.2 \text{‰}$) indipendentemente dalla tipologia di latte (crudo, pastorizzato). I campioni di formaggio sofisticati con latte in polvere, invece hanno evidenziato un valore di $\delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C} = 20.4 \text{‰} \pm 0.1 \text{‰}$, $\delta^{15}\text{N} = 5.5 \pm 0.1 \text{‰}$) linearmente dipendente al contenuto di latte in polvere. Dalla curva di regressione, ottenuta dai valori di $\delta^{13}\text{C}$ di formaggi preparati con un contenuto crescente di latte in polvere, la percentuale minima di latte in polvere rilevabile è stata del 10%. Inoltre, le analisi di $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ sono state estese alle principali frazioni del formaggio quali caseina e grasso. Combinando i valori isotopici di $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ delle frazioni di grasso e caseina mediante tecnica di analisi multivariata (PCA) è stato possibile identificare campioni di formaggio prodotti con diverse tipologie di latte (crudo, pastorizzato).

Valutazione su *Lolium m.* della disponibilità del P da compost ottenuto da prodotti della digestione anaerobica

Grigatti Marco, Cavani Luciano, Simoni Andrea, Ciavatta Claudio, Marzadori Claudio

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna, Italy

Un compost ottenuto dalla bio-ossidazione della frazione solida di un digestato di mais (CSM) ed uno proveniente dalla fermentazione “dry-batch” della frazione organica di rifiuti solidi urbani (CDB) sono stati valutati per la loro capacità di fornire fosforo disponibile (P-Olsen) in una incubazione condotta in suolo (30 mg P kg⁻¹). Sono inoltre stati inseriti come riferimenti un compost proveniente dalla frazione organica di rifiuti solidi urbani (ACM), una fonte di P minerale [Ca(H₂PO₄)₂ H₂O] (P-chem) ed un controllo non fertilizzato (Ctrl). Sugli stessi prodotti alla stessa dose è stato inoltre determinato l'utilizzo apparente del P (ARF) in una prova condotta in vaso su *Lolium multiflorum* per 112 giorni. L'estrazione sequenziale del P eseguita sui prodotti organici mostrava che in CSM la maggior parte del P era nella forma più facilmente disponibile (H₂O 29% > NaHCO₃ 27% > HCl 22% > NaOH 9%). Al contrario CDB mostrava una maggiore presenza di P nella frazione meno labile (HCl 43% > NaHCO₃ 9% > H₂O 9% > NaOH 8%), evidenziando un comportamento simile ad ACM (HCl 63% > NaOH 11% NaHCO₃ 9% > H₂O 4%). All'inizio dell'incubazione CSM presentava il maggiore quantitativo di P-Olsen (28.5 mg kg⁻¹), mantenendo nel corso dell'incubazione un differenziale positivo rispetto ai prodotti organici e P-chem (+40%). CDB e ACM mostravano i risultati peggiori (4.6 and 6.0 mg kg⁻¹ in media) molto simili al suolo non fertilizzato (Ctrl 3.0 mg kg⁻¹). Nella prova su *Lolium m.* CSM mostrava la maggiore efficienza d'uso apparente (ARF: 12.5%), seguivano P-chem (5.6%) > ACM (4.2%) > CDB (2.5%). I dati dell'incubazione in suolo e quelli della prova in vivo hanno dimostrato che la bio-disponibilità del P dipende esclusivamente dalle caratteristiche intrinseche dei campioni organici. L'estrazione sequenziale mostrava come il P legato al Ca riduca la disponibilità dell'elemento per la nutrizione delle piante, in particolare nei prodotti ottenuti da rifiuti solidi urbani.

Studio dell'interazione tra rame(II) e piombo(II) ed i WTRs, residui del trattamento di potabilizzazione delle acque

Castaldi Paola, Silvetti Margherita, Garau Giovanni, Demurtas Daniela, Deiana Salvatore

Dipartimento di Scienze Ambientali Agrarie e Biotecnologie Agro-Alimentari, Università di Sassari, Sassari, Italy

In questo studio è stata esaminata la capacità di due differenti fanghi derivanti dal trattamento di potabilizzazione delle acque [Water Treatment Residues: WTRs], costituiti da ossi-idrossidi amorfi di ferro (Fe-WTR) e alluminio (Al-WTR) e sostanza organica (SO), ad accumulare Pb(II) e Cu(II) a pH 4.5. Le isoterme di adsorbimento hanno rilevato una maggiore affinità del Pb(II) rispetto al Cu(II) nei confronti di entrambi i WTRs (es. 0.105 e 0.089 mmol g⁻¹ di Pb(II) e Cu(II) adsorbiti dal Fe-WTR). Inoltre, il Fe-WTR si è rivelato più attivo nell'adsorbimento rispetto all'Al-WTR, essendo le quantità di Pb(II) e Cu(II) adsorbite più alte rispettivamente di circa il 69 e il 63%. Ciò può essere attribuito principalmente alle differenti caratteristiche fisiche e chimiche dei due WTRs (area specifica superficiale, CSC, pH_{pzc}), nonché al contenuto e al tipo della sostanza organica (SO) in essi inglobata. Cinetiche di assorbimento condotte sui WTRs tal quali e privi della SO, hanno messo in evidenza che la componente organica contribuisce in modo significativo all'entità dell'adsorbimento, essendo uguale, per entrambi i metalli, al 26 e 8,5% rispettivamente nei sistemi Fe- e Al-WTR. Gli spettri FT-IR dei Me-WTRs drogati con i due Me hanno evidenziato la formazione di complessi a sfera interna tra i gruppi superficiali Fe(Al)-O e il Pb(II) e Cu(II) e il coinvolgimento dei gruppi carbossilici della frazione umica nella coordinazione dei due metalli. L'esistenza di forti interazioni tra i due metalli e i WTRs è stata ulteriormente confermata mediante estrazione sequenziale. I risultati ottenuti evidenziano la potenziale efficacia dei WTRs come agenti immobilizzanti di Pb(II) e Cu(II) presenti in suoli e acque contaminati.

Impiego di biochar per il trattamento di acque di vegetazione

Scala Giuseppina, Scelza Rosalia, Rao A. Maria

Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Italy

Le acque reflue dell'industria olearia (OMW) costituiscono un importante fattore di rischio per la qualità dei suoli e delle falde acquifere. Esse sono caratterizzate da un colore bruno, variabile a seconda dell'età e del tipo di olive, da un pH acido (~5) e da un elevato carico organico costituito principalmente da composti aromatici e fenolici. Negli ultimi anni, una maggiore attenzione è stata rivolta alla ricerca di tecniche di risanamento delle OMW aventi un basso impatto sia ambientale che economico. Il biochar, materiale carbonioso derivante dalla pirolisi di biomasse vegetali, è attualmente oggetto di numerosi studi di adsorbimento di inquinanti sia organici che inorganici grazie alla sua particolare struttura porosa ed elevata area superficiale. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di testare l'efficienza di biochar prodotto da residui forestali di pioppo e conifera nel trattamento di acque di vegetazione. Biochar (10 g l⁻¹), da pioppo o da conifera, è stato aggiunto a campioni di OMW. Nel corso dell'incubazione (62 gg) è stato determinato il contenuto in fenoli totali e sono stati effettuati anche test di fitotossicità con semi di crescita. La presenza del biochar, sia da pioppo che da conifera, ha determinato una riduzione del contenuto in fenoli totali pari a circa il 50% rispetto al controllo, indicando una buona efficienza di questo materiale carbonioso nel ridurre il carico organico delle OMW. Tale risultato è stato confermato dai profili cromatografici (HPLC), sempre più semplificati nel tempo, in particolare in presenza di biochar da pioppo. Tuttavia il biochar, a queste dosi, non ha contrastato l'effetto negativo delle OMW sulla germinazione dei semi di crescita. Tali risultati preliminari inducono a pensare che l'impiego di biochar per il trattamento di OMW potrebbe rappresentare una tecnica di risanamento sostenibile di acque reflue da poter smaltire nei suoli assicurando loro sia un buon apporto di sostanza organica che di nutrienti.

Arsenic release from Fe(III)-As(III) coprecipitates: role of polygalacturonic acid

Balint Ramona¹, Martin Maria², Celi Luisella², Deiana Salvatore³, Barberis Elisabetta²

¹Geological Institute of Romania, Bucharest, Romania

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Torino, Italy

³Dipartimento di Scienze Ambientali Agrarie e Biotecnologie Agro-Alimentari, Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italy

Iron (Fe) oxides, such as ferrihydrite, form in soil at extracellular biosurfaces or in the presence of exopolymeric substances (EPS) produced by microorganisms and plants. Thus EPS may play an important role in controlling dynamics of metals or metalloids coprecipitated with Fe. We performed laboratory batch experiments to investigate the influence of Ca-polygalacturonate (PGA) networks on As release from Fe(III)-As(III) coprecipitates. Ferrihydrite was synthesized in the presence of arsenite with different As/Fe molar ratios (0.005, 0.01 and 0.05, respectively). Arsenic release kinetics in the presence or absence of Ca-PGA were studied at 25°C, in the dark, over a period of 168 hours, using 10 mM Ca-phosphate at pH 5.5 as extractant. While it is established that the chemical behaviour of orthophosphate ion (PO_4^{3-}) is similar to that of arsenate (AsO_4^{3-}), little is known about its potential effect on arsenite (AsO_3^{3-}) release. Our results indicated that orthophosphate strongly competes with coprecipitated As(III) from ferrihydrite alone and, to a lower extent, from the ferrihydrite-PGA complex. The lower release of As suggests a limited diffusion of As through the polysaccharidic matrix, independently of the As/Fe molar ratio. The overall results indicate that the fate of coprecipitated metals and metalloids in soil may be greatly influenced by the presence of EPS and that studies regarding ferrihydrite alone may overestimate the degree of As release from Fe(III)-As(III) coprecipitates within such natural matrices.

Indice degli Autori

A

Abbate · 79
Adamo · 16, 28, 62
Adani · 6, 68, 75
Agrelli · 28, 62
Agresta · 33
Alberghini · 74
Alioto · 57, 58
Alongi · 79
Amalfitano · 28, 56, 57, 58, 62
Arcidiacono · 79
Arenella · 5
Astolfi · 42, 43, 53, 65, 66

B

Badalucco · 27
Badiani · 46
Baglieri · 70
Baldoni · 23
Balint · 85
Barbanti · 22
Barberis · 9, 85
Barone · 70
Bartucca · 53, 78
Bashir · 50
Basile · 35
Béguet · 25
Bellarosa · 43, 65, 66
Beone · 9
Bertora · 76
Bianchelli · 19
Bittner · 33
Bonfante · 3
Bonomo · 72
Broccanello · 40
Bufo · 72
Businelli · 54

C

Caboni · 29
Cantele · 51
Capici · 81
Carbone · 27
Cardarelli · 36
Cardelli · 13
Carputo · 16

Carucci · 16
Casiraghi · 50, 60
Castagna · 59
Castaldi · 18, 32, 83
Casucci · 19
Catarcione · 42
Cattaneo · 22
Cattani · 9
Cavani · 23, 82
Cavoski · 29
Celi · 7, 76, 85
Celletti · 42, 53
Cesari de Maria · 76
Cesco · 8, 12, 17, 21, 34, 38, 39, 44, 53, 64, 78, 81
Chialva · 3
Chiaradia · 76
Ciaffi · 42, 53
Ciavatta · 22, 23, 82
Cocucci · V, 61
Cola · 59
Colla · 36
Corno · 6, 58
Costi · 29
Cozzolino · 10
Crecchio · 8, 17, 38
Crognale · 77
Cuccovillo · 8, 21, 64
Cucina · 69
Cucu · 7
Curini · 69

D

D'Agostino · 45
D'Amato · 54
D'Annibale · 77
Deiana · 18, 32, 83, 85
Del Buono · 53, 78
Demurtas · 83
Di Maria · 69
Di Meo · 10, 62
Di Rauso · 26, 62
Di Silvestre · 33
Donnini · 33

E

Errico · 56, 57, 58
Eshel · 77
Espen · 48, 49

F

Facchi · 76
Falugi · 27
Fambrini · 35
Faoro · 51
Ferrando · 27
Ferrari · 24, 25
Ferretti · 51
Fijan · 12
Fiore · 8
Fontanella · 9
Fontanili · 52
Fragala' · 70

G

Gabotti · 61
Galazka · 5
Gambardella · 27
Garau · 18, 32, 83
Garramone · 16
Gatti · 27
Gattullo · 12, 21, 55
Gazzillo · 56
Gennari · 70, 79
Ghisi · 74
Giacometti · 23
Giagnoni · 5
Gigliotti · 69
Gioacchini · 22
Giovannetti · 3
Gottardi · 34
Grigatti · 82
Guidi · 35
Guzzo · 37

H

Hinsinger · 2
Hoefgen · 42

I

Idà · 75
Iovieno · 15
Ishimaru · 50

J

Janssen · 5

K

Kandeler · 7
Karas · 24
Karpouzas · 24, 25
Kumpiene · 5

L

Landi · 35
Laudicina · 27
Lauro · 18, 32
Lehmann · 50
Lelario · 72
Lettino · 8
Livigni · 41
Lo Gullo · 46
Lucini · V, 36
Lurent · 25

M

Maffi · 51
Marchand · 5
Marchini · 13
Marcotullio · 69
Marelli · 51
Marhan · 7
Marianello · 43
Mariani · 75
Martin · 9, 25, 85
Marzadori · 22, 23, 82
Mascia · 37
Mauri · 33
Maver · 51
Medici · 12, 21, 59
Meggio · 74
Mele · 32
Mench · 5
Menin · 75
Miano · 29
Michelini · 74
Milan · 72
Milella · 72
Mimmo · 8, 12, 17, 21, 34, 38, 39, 53, 64, 78, 81
Mininni · 55

Miniotti · 9, 76
Minutolo · 56, 57, 58
Monaci · 19
Monda · 10
Moresi · 77
Morgutti · 61
Müller · 5
Murgia · 33, 51

N

Nakanishi · 50
Napolitano · 72
Navacchi · 41
Negre · 70
Negrini · 61
Neri · 19
Neu · 5
Nikolaki · 24
Nishizawa · 50
Nisi · 13
Nocito · 52
Novero · 3

O

Onofri · 54
Ortolani · 65, 66
Ounane · 46

P

Pandolfini · 41
Paolacci · 42
Papadopoulou · 24, 25
Parente · 55
Pascazio · 8
Pelissetti · 76
Pellizzoni · 36
Penn · 38
Pertile · 25
Petruccioli · 77
Piccolo · 10
Pigna · 18
Pii · 12, 17, 38, 39, 41
Pinton · 8, 12, 34, 44, 63, 64
Pitacco · 74
Pizzigallo · 21
Pognani · 68
Polverigiani · 19
Porrini · 52

Prinsi · 48, 49
Prohaska · 16
Pugliese · 59
Pugliesi · 35

R

Ranieri · 59
Rao · 26, 28, 62, 84
Rasche · 7
Reichel · 74
Renella · 5, 37
Restuccia · 79
Ricciardiello · 28
Ricciuti · 17
Righettini · 52
Romani · 9, 76
Rossi · 75
Rouphael · 36
Ruzzi · 77

S

Sacchi · 52
Sacco · 76
Saccomani · 40
Said-Pullicino · 7, 76
Salati · 6
Salvini · 35
Santi · 77
Santilocchi · 19
Sarais · 29
Saviozzi · 13
Scaglia · 68
Scagliola · 17
Scala · 84
Scampicchio · 34, 81
Scelza · 26, 28, 84
Scotti · 15, 45
Scrano · 72
Siebelec · 5
Sifola · 62
Silveti · 83
Simoni · 82
Sorgonà · 46
Spaccini · 10
Squartini · 74
Stevanato · 40
Storck · 25
Sun · 3

T

Tambone · 6
Tellah · 46
Tenni · 9, 76
Terzano · 8, 12, 21, 38, 55, 64
Thiele-Bruhn · 74
Toderi · 19
Tomasi · 8, 12, 21, 34, 38, 44, 63, 64
Trebbi · 40
Trevisan · 24, 25
Trifilò · 46

V

Valentinuzzi · 12, 39
Van Nostrand · 5
Vandenabeele · 64
Vangronsveld · 5
Varanini · 37, 41, 44
Vekemans · 64
Venuti · 44, 63
Verdoliva · 57, 58
Vianello · 27
Vigani · 33, 50, 51
Vincze · 64
Vingiani · 16
Violante · 18
Vischetti · 19
Vittori Antisari · 27

Volpe · 3

W

Watanabe · 42
Witters · 5

X

Xianan · 3
Xue · 5

Z

Zaccardelli · 15, 28, 45
Zaccone · 29
Zadra · 69
Zamboni · 37, 41, 44
Zangrillo · 62
Zanin · 44, 63
Zannella · 16, 62
Zanon · 63
Zanzo · 9
Zarrillo · 56, 57, 58
Zhou · 5
Zocchi · 50, 51, 60
Zuchi · 42