**Workshop**

*Come affrontare il paradigma dell’intensificazione sostenibile?*

*Rivisitare metodi, concetti e conoscenze delle Scienze Agrarie*

*Università Mediterranea Aula Magna “A. Quistelli”*

*Giovedì 19 settembre ore 11,30*

*La centralità della ricerca nell’intensificazione sostenibile (o ecologica) dei sistemi agricoli, è stata affermata dalla UE ed è sostenuta attraverso uno dei Partenariati Europei per l’Innovazione (PEI), “Produttività e sostenibilità dell’agricoltura”. Il Partenariato si è dato come mission la messa in rete dei vari stakeholder per arrivare a definire applicazioni concrete dell’innovazione scientifica e tecnologica in agricoltura partendo dalle conoscenze e dai risultati scientifici disponibili, o ulteriormente acquisibili.*

*La valorizzazione dei servizi ecologici dell’agroecosistema, la salvaguardia della biodiversità, della funzionalità del suolo e della qualità delle acque, e non ultimo la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, costituiscono pertanto le attuali tematiche della ricerca scientifica nell’ambito delle Scienze Agrarie che devono trovare applicazione oltre la singola azienda e tenere conto di un contesto geografico e territoriale più ampio.*

*Negli ultimi anni un notevole progresso di conoscenze ha riguardato gli ambiti delle cosiddette “Plant Science” e “Soil Science”, soprattutto con approfonditi studi di genetica molecolare, di genomica, di ecofisiologia riguardanti le diverse componenti del sistema pianta-suolo e le loro interazioni. L’analisi, l’utilizzo e la razionalizzazione dei fenomeni di regolazione biologica nell’agroecosistema (servizi ecologici), associati all’esplorazione ed alla valorizzazione della biodiversità vegetale e microbica, possono costituire validi presupposti per ridefinire e/o implementare le strategie agronomiche più efficaci per l’intensificazione sostenibile dei sistemi colturali.*

*Con riferimento a tale scenario la SIA, attraverso questo Workshop vuole realizzare, nell’ambito delle Scienze agrarie, un momento di confronto e di verifica sullo stato attuale e sulle prospettive di sviluppo per una ricerca finalizzata a integrare e consolidare una piattaforma di conoscenze scientifiche utili a definire potenzialità e limiti di applicazione dell’intensificazione sostenibile a livello nazionale ed europeo.*

***Programma***

*11,00- 11,30 I servizi ecologici dell'agroecosistema forniti dai microrganismi benefici del suolo
Prof. Manuela Giovannetti (Università di Pisa).*

*11,30-12,00 La moderna biologia vegetale per disegnare la pianta del futuro
Prof. Michele Stanca (Presidente UNASA)*

*12,00-12,30 Il suolo come sistema biologico e la determinazione della sua funzionalità.
Prof. Paolo Nannipieri (Università di Firenze).*

*12,30-13,00 Controllo fisiologico e molecolare delle risposte a stress in piante coltivate.
Prof. Andrea Schubert (Università di Torino)*

*13,00-13,30 Which way? Percorsi efficaci di ricerca scientifica agronomica in Italia
Prof. Pier Paolo Roggero (Università di Sassari) [in coll. con Catherine Allan (CHarles Sturt University, Albury/Wodonga, NSW, Australia) e Giovanna Seddaiu (Università di Sassari)]*

*Coordinamento e Conclusioni Prof. Luciano Cosentino (Presidente SIA)*

**ABSTRACT DELLE RELAZIONI**

I SERVIZI ECOLOGICI DELL’AGROECOSISTEMA FORNITI DAI MICRORGANISMI BENEFICI DEL SUOLO

MANUELA GIOVANNETTI

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

*manuela.giovannetti@unipi.it*

L’agricoltura del terzo millennio ha davanti a sé una sfida fondamentale: assicurare a tutti gli esseri umani l’accesso al cibo in quantità e qualità tali da permettere di condurre una vita sana ed attiva, salvaguardando l’ambiente e la biodiversità e assicurando un reddito adeguato agli agricoltori. Per raggiungere questi obiettivi è necessario rivedere il paradigma della rivoluzione verde, che ha sopperito al bisogno di cibo di molti popoli in tutto il mondo, ma ha causato diversi danni ambientali, tra cui la perdita della fertilità biologica dei suoli agrari, il cui degrado fisico, chimico e microbiologico ha causato erosione, perdita di nutrienti, salinizzazione e desertificazione. Gli studi sugli agroecosistemi alterati hanno individuato le più importanti interazioni ecologiche su cui basare lo sviluppo di nuove strategie colturali sostenibili, che permettano di conservare e incrementare la fertilità dei suoli e di ridurre l’input energetico. Tali interazioni coinvolgono direttamente le comunità di microrganismi benefici del suolo, come i funghi micorrizici e i batteri azotofissatori, che vivono in associazione permanente con le piante e sono capaci di modificare la disponibilità, l'assorbimento e l'utilizzazione di acqua e nutrienti del suolo e di influenzare le interazioni trofiche negli agroecosistemi. Nel convegno *The economic importance of ecological services provided by associated biodiversity in agricultural systems*, la FAO ha elencato i benefici ottenuti dai microrganismi del suolo, che forniscono servizi unici come il riciclo dei nutrienti, la formazione del suolo, il sequestro del carbonio, il controllo dei patogeni, servizi generalmente considerati gratuiti e raramente inclusi nelle analisi economiche. In uno dei suoi più citati lavori in questo campo Pimentel ha calcolato che i benefici economici derivati dai servizi forniti dal biota del suolo - organismi detritivori, funghi micorrizici, batteri agenti di biorimedio e azoto fissatori etc. - ammontano a circa 1542 miliardi di dollari all’anno. Ai fini della intensificazione sostenibile, risulta fondamentale tenere in considerazione la complessità degli agroecosistemi e lavorare per l’integrazione delle conoscenze tradizionali con le ricerche recenti riguardanti i processi ecologici del suolo, il funzionamento degli ecosistemi e l’ecologia microbica. La sfida che ha di fronte l'agricoltura del terzo millennio - produrre cibo evitando gli effetti estremi dell'agricoltura intensiva ad alto input - può essere vinta realizzando sistemi agrari e utilizzando tecnologie, sia *high-tech* che *low-tech*, ma ad alta intensità di conoscenza. Conoscenza dei singoli organismi di interesse agrario, piante, animali, microrganismi, e soprattutto della complessa rete di interazioni che regola il funzionamento degli ecosistemi.

LA MODERNA BIOLOGIA VEGETALE PER DISEGNARE LA PIANTA DEL FUTURO

MICHELE STANCA,

Unione Nazionale delle Accademie per le Scienze Applicate allo Sviluppo dell'Agricoltura, alla Sicurezza Alimentare ed alla Tutela Ambientale (UNASA)

*michele@stanca.it*

Le nuove sfide della moderna Agricoltura per alimentare il Mondo si baseranno sempre più sulla Scienza e Innovazione tecnologica e sulla velocità con cui queste nuove tecniche raggiungono l’azienda agraria. Ne consegue che la Scienza applicata all'Agricoltura rappresenta il motore dell’aggiornamento ed è direttamente coinvolta nel disegnare i nuovi orizzonti dell’Agricoltura, dell’Alimentazione e dell’Ambiente, partendo dal presupposto che, come ben noto, è necessario raddoppiare la produzione di cibo entro il 2050 senza causare danni all’ambiente, e concorrere con colture specializzate a produrre energia. L’aumento delle produzioni agricole, la stabilita’ delle produzioni e la qualità dei prodotti sono i tre imperativi categorici ai quali l’agricoltura moderna deve rispondere per garantire cibo a sufficienza all’uomo e agli animali domestici. Attualmente circa un miliardo di persone sono cronicamente malnutrite e per 2 miliardi di esse non vi è sicurezza di approvvigionamento alimentare. A questo si deve aggiungere la necessità di incrementare la produzione agricola per far fronte alla produzione di biomasse destinate a fornire energia rinnovabile. Alla domanda se ciò sarà possibile, la risposta è ampiamente positiva, sempre però rispettando le regole delle razionali pratiche agricole dettate dalla innovazione tecnologica (che si basa sulla conoscenza), e parallelamente combattendo gli sprechi.

Nuovi scenari d’indagine si sono aperti, a partire dai cambiamenti climatici, corretto uso dell’acqua, razionale uso dei prodotti di sintesi, aggiornamento delle agrotecniche e impiego delle più moderne macchine agricole, affinamento delle tecnologie di trasformazione, approfondite conoscenze sulla shelf life degli alimenti e quindi migliore interazione Agricoltura-Industria.

Cominciamo a definire con più precisione i processi metabolici della vita delle piante che permettono di accumulare metaboliti secondari indispensabili per lo sviluppo di alimenti funzionali e di risparmiare ingenti quantità di prodotti di sintesi (Azoto, Fosforo, Fitofarmaci).

Sappiamo già che si possono ottenere nuovi genotipi capaci di utilizzare in modo più efficiente l’azoto, il fosforo, l’acqua. Per dettagliare tutti questi temi avremmo bisogno di molto tempo, ma dobbiamo almeno fare cenno all’incremento della CO2 nell'atmosfera, che va vista non come una catastrofe ma come una opportunità da utilizzare al meglio: è possibile un incremento della produzione e della qualità delle colture? Esempio: WUE = Water Use Efficiency = Molecole di H2O utilizzate dalla pianta per organicare una molecola di CO2 con la fotosintesi. Altro tema proiettato nel futuro è definire quanta biomassa utile è capace di produrre una pianta con un grammo di azoto, ecc. (NUE= Nitrogen Use Efficiency).

Non trascurabile è anche il tema che vede il sistema produttivo agrario non più basato sul trinomio Pianta-Atmosfera-Suolo ma piuttosto sul quadrinomio Pianta-Atmosfera-Suolo-Microrganismi che vivono intorno o dentro le radici. Questa nuova visione ha stimolato la nascita di network per monitorare l’evoluzione del metagenoma al variare dei diversi sistemi colturali e degli ambienti, e come questo possa influenzare la vita delle specie agrarie e selvatiche. Questi obiettivi dovranno essere raggiunti senza convertire ad uso agricolo nuove superfici: in realtà la risorsa “suolo” è in costante diminuzione a causa della continua urbanizzazione, dell’erosione, della salinità, della diffusione di impianti di pannelli solari su terreni agricoli e a fronte dell’impellente necessità, a livello mondiale, di proteggere le foreste . La crescente sensibilità dell’opinione pubblica verso la sicurezza e la salubrità degli alimenti e verso una maggiore compatibilità tra agricoltura e ambiente, nonché le preoccupazioni che derivano dal crescente fabbisogno energetico, dalle variazioni climatiche e dalla conseguente limitazione delle risorse idriche, generano una serie di problematiche la cui soluzione dipende dalle conoscenze che saremo in grado di accumulare sulle piante attraverso lo studio della struttura e funzione dei genomi vegetali .Il miglioramento qualitativo delle prodotti alimentari richiede conoscenze dettagliate delle basi molecolari dello sviluppo delle piante e delle vie metaboliche di sintesi ed accumulo di composti fondamentali per le caratteristiche nutrizionali degli alimenti. Le conoscenze derivate dall’approccio genomico consentiranno di utilizzare meglio le piante come fonte di energia rinnovabile, di produrre dalle piante farmaci, polimeri e altre sostanze importanti per la medicina e per l’industria. Con le tecniche proprie dell’analisi genomica (uso sempre maggiore di marcatori molecolari, sequenziamento dei geni e genomi, analisi globale dell’espressione genica, analisi del proteoma e delle sue modificazioni, analisi globale dei metaboliti) è possibile studiare i genomi, intesi come insieme di geni e proteine che interagiscono tra loro, e comprendere i meccanismi che regolano il metabolismo cellulare sino a determinare l'espressione fenotipica che rappresenta, in ultima analisi, il valore agronomico ed alimentare delle piante coltivate.

Negli ultimi anni si è assistito ad un incremento esponenziale delle conoscenze relative ai genomi delle piante (globalmente definite con il termine “genomica”). Attraverso l’uso di marcatori molecolari sono stati studiati i rapporti filogenetici tra le specie, è stato descritta la biodiversità, sono stati localizzati sul genoma geni utili al fine di un loro trasferimento guidato nelle varietà coltivate. Dopo il sequenziamento del genoma umano e della specie di pianta modello Arabidopsis thaliana (The Arabidopsis Genome Initiative 2000), sono stati pubblicati i genomi del riso, del Populus trichocarpa , della vite, del mais, melo, pomodoro, patata, pesco, orzo, mentre numerosi altri progetti di sequenziamento sono in fase di completamento (tra quelli riguardanti le specie di interesse nazionale si ricorda il progetto di sequenziamento del frumento).

Naturalmente per il genoma umano, il primo ad essere sequenziato, i costi erano stati elevatissimi: tre miliardi di dollari per completarlo. In seguito l’avvento di nuove macchine ad alto rendimento hanno permesso di abbattere i costi in modo sostanziale tanto che oggi è possibile sequenziare il genoma di modeste dimensioni di una qualsiasi pianta con poche migliaia di Euro.

Le informazioni di sequenza hanno permesso lo sviluppo di DNA array, una tecnologia che consente di effettuare l’analisi globale dell’espressione genica, di seguire il destino dei materiali vegetali nella filiera alimentare (tracciabilità), di valutare la biodiversità esistente in un ambiente, ecc. Proprio la capacità della genomica di risalire alle basi genetiche dei caratteri agronomici - efficienza nell'uso dell'acqua, dell'azoto,del fosforo, resistenze a stress biotici e ai cambiamenti ambientali - rende questa scienza strategica per il miglioramento delle specie vegetali e per adattarle alle mutate esigenze del consumatore (alimenti più sicuri, di maggiore valore qualitativo e nutrizionale ecc.) e della società (piante come fonti energetiche e di altri prodotti non-food). L’avvento delle tecniche di ingegneria genetica o trasformazione genetica (OGM) ha inoltre determinato la comparsa di un grande numero di piante portanti nuovi caratteri: dai genotipi resistenti ad insetti o patogeni, fino alle piante che esprimono vaccini o materie prime.

IL SUOLO COME SISTEMA BIOLOGICO E LA DETERMINAZIONE DELLA SUA FUNZIONALITA’

PAOLO NANNIPIERI

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell’Ambiente, Università di Firenze

*paolo.nannipieri@unifi.it;*

# Il suolo è un ambiente biologico caratterizzato da una abbondante diversità e biomassa microbica con le attività microbiche concentrate in “oasi” (“hot spots” quali ad esempio la rizosfera, od un granulo di fertilizzante od un residuo vegetale). La presenza di particelle con un forte potere adsorbente permette di prolungare la vita di importanti molecole biologiche, quali acidi nucleici ed enzimi, nell’ambiente extracellulare e di mantenere, rispettivamente, le relative informazioni genetiche ed attività al di fuori dell’ambiente intracellulare. Le attuali moderne tecniche molecolari hanno, inoltre, permesso di rilevare un numero di virus, in massima parte batteriofagi, superiore a quello dei batteri. Nonostante la qualità del suolo dipenda da un insieme di proprietà chimiche, fisiche e biologiche, le proprietà microbiche sono le più sensibili ai cambiamenti di gestione del suolo ed ai fenomeni di inquinamento. Esse sono perciò quelle più idonee da usare come indicatori della qualità del suolo. Le moderne tecniche molecolari, basate sulla estrazione di acidi nucleici dal suolo e sulla loro successiva purificazione e caratterizzazione, hanno migliorato le nostre conoscenze sulla diversità delle popolazioni microbiche dominanti del suolo. Sebbene ulteriori progressi siano stati ottenuti con la metagenomica del suolo, grazie anche ai nuovi strumenti di sequenziamento del DNA, la determinazione completa della diversità microbica del suolo non è ancora possibile. I fattori limitanti sono la incompleta estrazione del DNA dal suolo, a causa delle complesse interazioni chimiche con le particelle del suolo, le dimensioni variabili dei frammenti molecolari estratti, e la gestione bioinformatica dei dati ottenuti. Tuttavia l’approccio metagenomico ha permesso di scoprire nuovi geni che sintetizzano nuovi antibiotici e nuovi enzimi, perché si riesce a caratterizzare una parte dei microorganismi non coltivabili con le tecniche classiche. Occorre però precisare che la funzionalità del suolo può anche non dipendere dalla diversità microbica, specialmente per processi quali quello di mineralizazione della sostanza organica. Infatti, i geni, determinati con le tecniche molecolari, possono non essere attivi. L’approccio metatranscriptomico e proteomico del suolo permette di determinare la espressione genica e ciò è importante per valutare la funzionalità del suolo. Però anche queste due tecniche omiche soffrono degli stessi problemi menzionati in precedenza per la metagenomica del suolo. Nonostante ciò il loro uso consente di approfondire le conoscenze sulla funzionalità del suolo. Ad esempio, l’analisi del proteoma di acque di dilavamento di un terreno inquinato da metalli pesanti ha evidenziato che il risanamento con tecniche di fitostabilizzazione aumenta la espressione proteica con sintesi di proteine coinvolte in processi metabolici importanti per la qualità del suolo.

Nonostante gli indubbi progressi ottenuti con l’impiego delle tecniche “omiche” nella scienza del suolo queste non consentano di quantificare funzioni importanti quali la dinamica degli elementi nutritivi. L’approccio olistico abbinato all’impiego di isotopi stabili è tuttora l’approccio migliore per raggiungere tale scopo.

CONTROLLO FISIOLOGICO E MOLECOLARE DELLE RISPOSTE A STRESS IN PIANTE COLTIVATE

ANDREA SCHUBERT

Dipartimento Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino

*andrea.schubert@unito.it*

L’agricoltura è oggi chiamata a soddisfare un imponente incremento della popolazione mondiale e dei suoi standard nutrizionali, e contemporaneamente una forte richiesta di fonti di energia rinnovabili. Per far fronte a queste sfide si pone la necessità di una nuova “Rivoluzione verde” che permetta di incrementare sensibilmente la produttività delle piante coltivate, allo stesso tempo mantenendo condizioni sostenibili di coltivazione e adattandosi ad ambienti limitanti. La fisiologia vegetale contribuisce a questo scopo attraverso la conoscenza delle funzioni dei singoli geni nelle piante coltivate, che è permessa da tecniche di studio messe a punto recentemente, quali la caratterizzazione dell’espressione genica e genomica, il silenziamento genico e la mutagenesi mirata, l’analisi delle interazioni tra proteine, lo studio dei fenomeni di trasporto cellulare e in pianta intera, la caratterizzazione di ormoni e metaboliti secondari. Due esempi possono dare l’idea di quanto lo studio a livello molecolare della fisiologia delle piante sia promettente.

Le aquaporine sono proteine di membrana che facilitano il trasporto di acqua e come tali contribuiscono a controllare il flusso idrico attraverso radici e foglie delle piante. Regolando la resistenza idraulica, le aquaporine influenzano fortemente l’assorbimento di acqua dal suolo e la traspirazione. In Vitis vinifera abbiamo sovraespresso di un’aquaporina della membrana plasmatica, normalmente espressa solo nelle radici, osservando ad un forte aumento della conduttanza stomatica e della crescita vegetativa in condizioni irrigue. In condizioni di stress idrico invece questo effetto non è visibile mentre l’aquaporina viene attivata nelle cellule circostanti i vasi xilematici, probabilmente con il ruolo di favorire il recupero degli embolismi radicali. Queste proteine, attraverso un controllo fine dell’espressione, possono quindi rappresentare un punto di controllo del trasporto dell’acqua e della crescita sia in condizioni irrigue che di stress.

Gli strigolattoni (SL) sono ormoni scoperti recentemente che, oltre a favorire la germinazione di semi di piante parassite e la ramificazione dei funghi micorrizici arbuscolari, controllano lo sviluppo delle gemme e delle radici laterali nelle piante. L’attività degli SL è sensibile a stress nutrizionali, in particolare riguardanti il fosforo e si può ipotizzare che queste sostanze interagiscano anche con lo stress idrico. Stiamo studiando queste relazioni in Lotus japonicus. I primi risultati indicano che lo stress abbatte la concentrazione di strigolattoni, mentre un trattamento con SL impedisce l’incremento di ABA dipendente da stress. Questi risultati suggeriscono che gli SL modulino le risposte allo stress legate all’ABA e aprono un nuovo fronte di studio sulla regolazione ormonale delle reazioni delle piante a carenze idriche.