

Giornata di studio:  
La sostenibilità in agricoltura

Firenze, 5 dicembre 2019

*Relatori*

Pietro Piccarolo, Bruno Ronchi, Luca Espen, Luigi Frusciante,  
Stefania Tegli, Piero Cravedi, Marco Masi, Daniela Romano,  
Francesco Ferrini, Stefania De Pascale, Paolo Inglese, Pier Paolo Roggero,  
Simonetta Bagella, Antonio Pulina, Giovanna Seddaiu,  
Raffaello Giannini, Francesco Ferrini, Enrico Marone

## Sintesi

L'agricoltura, oltre a produrre cibo per una popolazione in crescita e sempre più urbanizzata, svolge altre importanti funzioni che investono i settori dello sviluppo economico e sociale, con ripercussioni sulle tematiche di carattere ambientale e territoriale legate all'impatto delle attività umane sugli ecosistemi naturali.

Da questa visione sistemica di un'agricoltura avente valenza multifunzionale e, anche in considerazione delle problematiche create dal cambiamento climatico in atto, sorge la necessità di avere una "Scienza della sostenibilità", con l'obiettivo di cercare di conciliare le tematiche della salute e dell'ambiente con quelle di carattere economico ed etico-sociale. Obiettivo che va perseguito con rigore scientifico e che va supportato dalle acquisizioni portate dall'innovazione in campo biologico, socio-economico e tecnologico.

È con questa finalità che l'Accademia dei Georgofili, da sempre attenta ai temi della sostenibilità, ha voluto organizzare questa Giornata di studio, nella quale la sostenibilità in agricoltura, attraverso le relazioni di qualificati ricercatori, viene declinata nei suoi diversi aspetti e in differenti campi del settore primario, sulla base degli studi e delle conoscenze acquisite con la ricerca scientifica.

Un contributo di conoscenza e di "saperi" per fornire linee guida su una materia complessa e trasversale che interessa tutti i settori della nostra Società.

PIETRO PICCAROLO

Vedi testo p. 373.

BRUNO RONCHI, MARCELLO MELE, GIOVANNI BITTANTE,  
AGOSTINO SEVI, GIUSEPPE PULINA  
Vedi testo p. 376.

LUCA ESPEN<sup>1</sup>

*Efficienza d'uso dell'azoto: l'attuale stato di conoscenza sui meccanismi molecolari e biochimici alla base del metabolismo azotato delle piante*

<sup>1</sup> Comitato consultivo per la biologia agraria

Aspetto cruciale per sostenere le produzioni vegetali è quello di potere incrementare l'efficienza d'uso dell'azoto (NUE), visto che, anche nelle condizioni più favorevoli, la NUE non supera il 50%. Considerando le elevate quantità fornite alle colture per potere sostenere un'adeguata produzione e l'impatto che l'azoto non acquisito dalle piante determina sull'ambiente, appare evidente come sia urgente potere trovare soluzioni adeguate a questa complessa problematica. Fra queste, una concreta risposta è l'individuazione di genotipi con elevata capacità di acquisire questo macronutriente.

Fra i processi coinvolti nel metabolismo azotato delle piante vi sono la capacità di assorbire il nutriente dall'ambiente rizosferico, le attività coinvolte nella sua organicazione, la distribuzione e la riallocazione delle diverse forme azotate fra i diversi organi della pianta. Molti studi hanno permesso di caratterizzare in piante d'interesse agrario i trasportatori coinvolti, come essi vengano espressi e regolati in risposta alla disponibilità di azoto. Analogamente, sono state ottenute molte informazioni sugli enzimi chiave della via assimilativa, quali la glutammina sintetasi (GS) e la glutammato sintasi (GOGAT), caratterizzando le diverse isoforme, descrivendo il loro meccanismo di controllo trascrizionale e post-traduzionale e il loro ruolo fisiologico.

Oltre alla definizione degli eventi molecolari e biochimici implicati, appare di primaria importanza il chiarimento dei meccanismi coinvolti nel monitoraggio del proprio stato nutrizionale e di quelli operanti nella conseguente modulazione dell'acquisizione e dell'assimilazione del nutriente. Altro aspetto imprescindibile è quello legato allo stretto legame e reciproca influenza fra metabolismo azotato e metabolismo del carbonio.

Negli ultimi anni, grazie a nuove tecnologie sempre più processive, sono stati avviati studi omici non solamente a livello genomico e trascrittomico, ma

anche a livello proteomico e metabolomico. L'impiego di questi nuovi approcci sperimentali appare molto promettente per ottenere ulteriori informazioni sulle basi molecolari e biochimiche dell'acquisizione e assimilazione dell'azoto, che potranno costituire la base di partenza per la selezione di genotipi con maggiore NUE. Al fine di potere rispondere concretamente alla richiesta di una maggiore sostenibilità, tali caratteristiche dovranno emergere in condizione di disponibilità di azoto più basse rispetto a quelle attualmente impiegate in agricoltura.

LUGI FRUSCIANTE<sup>1</sup>

*Miglioramento genetico delle specie agrarie al tempo  
del cambiamento climatico*

<sup>1</sup> Comitato consultivo per la biologia agraria

I cambiamenti climatici sono sempre più rilevanti e impattanti sull'agricoltura. Negli ultimi decenni si è registrato un innalzamento delle temperature medie, associato a un incremento di fenomeni meteorologici di intensità estrema: primavere precoci, gelate tardive, estati molto calde e siccitose, violenti temporali estivi con piogge intense e grandine. Una serie di eventi che sta mettendo a dura prova l'agricoltura e in particolare la viticoltura. Per mitigare i danni, è necessario coltivare varietà che meglio si adattano a tali cambiamenti.

In tale contesto è sempre più importante mettere in atto misure di adattamento, inteso come l'adeguamento da parte dei sistemi naturali o umani in risposta alle attuali o future sollecitazioni dovute ai cambiamenti climatici e ai loro effetti. Le misure d'adattamento consentono, da una parte, di contenere e attenuare i potenziali danni, dall'altra, di sfruttare eventuali opportunità.

Una strategia di adattamento a questi mutamenti ambientali è la selezione di nuovi genotipi, con diversa tolleranza alle alte temperature e maggiore resistenza alle principali patologie. Lo sviluppo di varietà più adatte alle nuove condizioni ambientali si rivela una preziosa strategia di innovazione nel rispetto della tradizione.

Le moderne tecniche di miglioramento genetico vanno proprio in questa direzione e consentono di delineare varietà tradizionali, dalle ricercate caratteristiche, ottimizzate per far fronte al cambiamento climatico in atto e per ridurre i trattamenti antiparassitari.

Queste tecnologie, basate sul procedimento del *genome editing*, e di cui la più famosa è la tecnica CRISPR-Cas9, superano le problematiche storicamente legate all'ingegneria genetica, come OGM, in quanto rendono possi-

bile introdurre modificazioni del DNA indistinguibili da possibili mutazioni naturali, consentendo di modificare in modo voluto e preciso una specifica sequenza di DNA senza spostarla dalla sua posizione originaria nel genoma. Alla fine del processo di modifica, le piante interessate sono identiche alla pianta di partenza tranne che per la mutazione desiderata. Le tecniche di *genome editing* rendono anche possibile effettuare una sorta di ridomesticazione delle specie, consentendo di mantenere caratteri di interesse presenti nella specie selvatica ed altri caratteri appartenenti alle specie domesticate.

Per non subire le conseguenze dei cambiamenti climatici e per coglierne le celate opportunità, una riflessione sulle più recenti tecniche di miglioramento genetico potrebbe rivelarsi la strategia vincente.

PIERO CRAVEDI, STEFANIA TEGLI

Vedi testo p. 393.

MARCO MASI

Vedi testo p. 412.

DANIELA ROMANO, STEFANIA DE PASCALE, FRANCESCO FERRINI

Vedi testo p. 418.

PAOLO INGLESE<sup>1</sup>

*Resilienza e gestione sostenibile del sistema frutteto*

<sup>1</sup> Comitato consultivo per i sistemi colturali

L'arboricoltura da frutto italiana è tra le più varie d'Europa, estesa su oltre 2 milioni di ettari, inclusi olivo e vite. Le sue radici si estendono in profondità nella storia del Paese. La frutticoltura italiana è, infatti, una delle più antiche, se non la più antica in Europa. La vastissima biodiversità che la caratterizza, in termini ecosistemici, paesaggistici e di risorse genetiche è una grande ricchezza tipica del Paese delle "cento agricolture" descritto da Sereni (1961).

Il tema della competitività e della sostenibilità economica, ambientale e sociale del sistema frutticolo italiano è oggi al centro del dibattito scientifico e tecnico. Il confronto con altri sistemi più fortemente competitivi sui mercati

europei e internazionali, capaci anche di penetrare nel nostro Paese, si fonda sia sulla capacità di produrre innovazione dei modelli di produzione, fortemente orientati verso la sostenibilità e l'elevata qualità del prodotto, sia sulla capacità organizzativa e di marketing che investe tutta la filiera, dal miglioramento genetico, al vivaismo, alla gestione del frutteto a quella del prodotto in post raccolta.

I sistemi arborei da frutto italiani, nessuno escluso, sono, infatti, di fronte alla necessità, non solo economica, ma anche di contesto sociale, politico, ambientale, paesaggistico, di coniugare il mantenimento di elevati standard produttivi con una nuova richiesta di qualità da parte del consumatore, che investe le proprietà organolettiche e nutraceutiche del frutto e la sicurezza alimentare. La funzione ecosistemica e, quindi, la resilienza di un frutteto, anche alla luce del cambiamento climatico in atto, dovranno declinarsi innanzitutto in una maggiore attenzione all'interazione genotipo/ambiente, in termini di vocazionalità ambientale, ma comprenderanno l'efficienza energetica, dell'uso e della distribuzione dei mezzi di produzione (in particolare, dell'acqua a uso irriguo, dei nutrienti, dei fitofarmaci). Questo significa progettare un frutteto, meglio ancora un sistema frutticolo, caratterizzandolo in termini di complessità, diversità, multifunzionalità, connessione e integrità ecologica e fornitura di servizi ecosistemici. La frutticoltura italiana è e rimarrà un mosaico complesso, con un diverso livello di intensificazione e con una distribuzione delle specie e dei modelli di impianto ampiamente diversificato. D'altra parte, questo quadro risponde alle politiche nazionali e locali, in larga misura incentrate sulla specificità delle produzioni, su un elevato livello di qualità e, in molti casi, sull'unicità legata alle produzioni certificate DOP, IGP e IGT. Il filo comune che dovrà, necessariamente, unire modelli così diversi non potrà che essere legato a un profondo investimento di conoscenza e di tecnologia, nel senso fin qui proposto. Questo è vero sia per i sistemi definiti "intensivi", fortemente orientati all'export, sia per i modelli più fragili che saranno in grado di mantenere la tradizione solo attraverso una forte spinta innovativa nella gestione culturale.

PIER PAOLO ROGGERO<sup>1</sup>

*Servizi ecosistemici dei sistemi agro-silvopastorali mediterranei<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Comitato consultivo per i sistemi colturali

<sup>2</sup> In collaborazione con Simonetta Bagella, Antonio Pulina, Giovanna Seddaiu

I sistemi agro-silvopastorali mediterranei emergono dalla interazione adattativa tra millenarie attività umane e i fattori ambientali. Questi ecosistemi

rappresentano oggi un paesaggio identitario in particolare nel Mediterraneo occidentale e sono sede di habitat di interesse comunitario a cui sono associati un'ampia gamma di servizi ecosistemici. Il loro mantenimento è legato alla persistenza di pratiche di gestione agronomica, silvicolturale e zootecnica, in assenza delle quali il paesaggio subirebbe naturalmente trasformazioni le cui conseguenze non sono sempre facilmente prevedibili.

Questo lavoro propone una sintesi di diverse ricerche condotte negli ultimi 13 anni in Sardegna da diversi gruppi interdisciplinari e internazionali, i cui risultati offrono spunti utili alla valorizzazione e gestione sostenibile di questi sistemi.

L'ipotesi comune delle ricerche, che sono state condotte prevalentemente nell'osservatorio di lunga durata di Berchidda-Monti, ubicato nel NE della Sardegna, è che le conoscenze dei processi che controllano le dinamiche della biodiversità vegetale e della produttività degli agroecosistemi costituiscano la base per la valorizzazione dei servizi ecosistemici, la cui percezione è ancora oggi insufficiente.

In particolare, il lavoro riporta informazioni su tre tipologie di studi condotti sul tema:

- relazioni tra biodiversità vegetale e servizi ecosistemici;
- relazioni dinamiche tra gestione agronomica della componente erbacea, produttività e emissioni di GHG;
- ruolo delle piante arboree nei pascoli arborati.

Si propone una sintesi basata su tre scenari contrastanti, nella prospettiva che la componente arborea di questi ecosistemi possa scomparire totalmente (solo pascoli aperti) o rimanere nelle stesse proporzioni in cui si trova oggi con distribuzione spaziale uniforme (pascoli arborati) o aggregata (pascolo aperto + boschi). La contemporanea presenza di vegetazione arborea ed erbacea si caratterizza per una serie di microgradienti che riguardano la composizione floristica dello strato erbaceo, la fertilità del suolo e i relativi servizi ecosistemici. In particolare, sono state identificate una serie di specie esclusive per lo strato erbaceo fuori e sotto la chioma delle piante arboree e sono stati quantificati alcuni indicatori strettamente legati ai servizi ecosistemici associati ai tre scenari considerati.

I risultati indicano che le condizioni più favorevoli sono associate alla contemporanea presenza a scala territoriale di tutte e tre le tipologie di vegetazione silvopastorale.

Il lavoro discute le implicazioni per le scelte gestionali e punti di forza, di debolezza, opportunità e minacce per questi ecosistemi e propone ipotesi di lavoro per gli sviluppi futuri delle ricerche.

RAFFAELLO GIANNINI ET AL.

Vedi testo p. 436.

FRANCESCO FERRINI ET AL.

Vedi testo p. 475.

ENRICO MARONE ET AL.

Vedi testo p. 498.

PIETRO PICCAROLO<sup>1</sup>

### *Conclusioni*

<sup>1</sup> Vicepresidente Accademia dei Georgofili

Voglio anzitutto esprimere la mia soddisfazione per lo svolgimento di questa giornata di studio, nella quale abbiamo sentito relazioni di alto livello, sia per i contenuti, sia per la chiarezza ed efficacia espositiva. La tematica della sostenibilità in agricoltura è stata trattata sviluppando non solo gli aspetti ecologici, ma anche quelli economici e sociali con grande rigore, evidenziando che è possibile coniugare questi tre aspetti con l'esigenza di avere una produzione di qualità. Solo in questi termini è infatti possibile parlare compiutamente di sostenibilità dell'agricoltura. È questa la sfida che la Comunità scientifica porta avanti con buoni risultati. Oggi ne abbiamo avuto la prova.

L'aumento della popolazione mondiale e il cambio della dieta alimentare in Paesi ancora definiti emergenti come Cina e India si traduce inevitabilmente in una crescente domanda alimentare e, quindi, in mancanza di nuove terre da mettere a coltura, nella necessità di una intensificazione produttiva che va perseguita coniugandola con la sostenibilità in modo da preservare il pianeta per le generazioni future.

Per il nostro Paese va anzitutto premesso che la variabilità dell'agricoltura è molto marcata, per cui il tema va affrontato, come correttamente hanno fatto i relatori, partendo dall'analisi delle diverse condizioni territoriali e socio-economiche per potere definire quali sono le aree e le forme di agricoltura in cui è possibile e utile fare intensificazione produttiva, e quali quelle dove è invece bene mantenere una coltivazione di tipo estensivo; in ogni caso sempre nell'ottica della sostenibilità.

L'analisi della sostenibilità svolta nell'arco della giornata di studio ha riguardato diversi settori produttivi, da quello zootecnico all'orticolo, dall'agrosilvopastorale al forestale, dal frutticolo al verde urbano, con approfondimenti di tipo trasversale in materia di difesa antiparassitaria delle piante (difesa e produzione integrata), salute e sicurezza nel lavoro, valutazione ambientale a supporto della sostenibilità socio-economica. Ne è emerso un quadro veramente interessante e ricco di prospettive che però richiede ulteriori approfondimenti sul piano teorico e sperimentale. Ugualmente di grande interesse sono state le tematiche più vicine alla ricerca di base, come lo studio dei meccanismi molecolari e biochimici che regolano il metabolismo dell'azoto nelle piante. Da questi studi deriva come sia possibile aumentare l'efficienza d'uso dell'azoto e, quindi, ridurre le concimazioni azotate e, di conseguenza, limitare l'inquinamento da nitrati. Lo stesso vale per gli studi relativi al miglioramento genetico e in particolare al *genome editing*. Le nuove tecnologie basate sul procedimento di *genome editing* permettono di ottenere piante identiche a quelle di partenza tranne che per le mutazioni desiderate. Vedi, ad esempio, maggiore resistenza agli stress biotici e abiotici o, anche, piante con minore esigenza di azoto. Dall'insieme delle relazioni si evidenzia che molto si è fatto ma molto resta ancora da fare. Da qui l'esigenza di maggiori finanziamenti alla ricerca, ma anche di un maggiore impegno da parte degli organi di governo per favorire una crescita sostenibile dell'agricoltura.

Quello della sostenibilità in agricoltura è infatti un tema complesso che va affrontato, come emerso nel corso della giornata di studio, in modo olistico, e cioè attraverso l'insieme di diversi "saperi", tra loro strettamente integrati, in modo che il risultato superi la somma dei singoli. L'approccio deve essere quello prettamente scientifico. Per questo, come detto in apertura, va creata una scienza della sostenibilità che studi e approfondisca le relazioni tra gli ecosistemi naturali e l'attività umana esercitata su di essi, al fine di creare un sistema di conoscenze e di acquisizioni, frutto della ricerca scientifica, che possano essere dimostrate e verificate nei diversi contesti e riconosciute dalla Comunità scientifica.

L'obiettivo è quello di definire nuovi modelli di crescita capaci di coniugare sostenibilità e crescita. Modelli basati sulla maggiore conoscenza dei processi produttivi, consentita dalle nuove tecnologie in materia di analisi strumentale, di sensoristica, di visione satellitare, di nanotecnologie, ecc., ma anche da strumenti come l'intelligenza artificiale, l'internet delle cose, la realtà aumentata, ecc., in grado di creare utili supporti decisionali per migliorare la sostenibilità e aumentare la resilienza ai cambiamenti climatici dei diversi processi produttivi.

Naturalmente queste nuove acquisizioni vanno trasmesse attraverso un processo di alta formazione. È infatti importante formare persone in possesso delle conoscenze richieste dai nuovi modelli di agricoltura, così come già avviene in altri settori, quali il terziario e il manifatturiero. Questa formazione passa dalle Università, ma anche da Istituzioni come le Accademie di agricoltura a cui afferiscono persone con diversi “saperi”, in grado di comunicare le conoscenze necessarie.