

Relazioni ad invito

Sustainable Development Goals e sviluppo sostenibile nel settore agroalimentare

Martina M.

Vicedirettore della FAO

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, con i 17 Sustainable Development Goals (SDGs), guiderà i piani di sviluppo nazionali per il prossimo decennio. Dalla lotta alla povertà e alla fame, alla risposta ai cambiamenti climatici fino al sostegno delle risorse naturali, il cibo e l'agricoltura sono componenti essenziali dell'Agenda 2030.

L'alimentazione e l'agricoltura sostenibili infatti contribuiscono a tutti e quattro i pilastri della sicurezza alimentare – disponibilità, accesso, utilizzo e stabilità – e alle tre dimensioni della sostenibilità (ambientale, sociale ed economica) e si pongono come obiettivo quello di soddisfare i bisogni delle generazioni presenti e future, garantendo al contempo redditività, salute (umana ed ambientale) ed equità socio-economica.

Per raccogliere le importanti sfide poste dalla crescita demografica, dall'aumento della domanda di cibo, dagli effetti negativi dei cambiamenti climatici, dai conflitti e dalla perdita della biodiversità, la FAO promuove un'agricoltura sostenibile basata sui seguenti cinque principi: incremento della produttività e di posti di lavoro; protezione e corretta gestione delle risorse naturali; promozione di una crescita economica inclusiva; rafforzamento della resilienza delle comunità rurali e degli ecosistemi; nuove governance e politiche pubbliche adattate alle sfide globali del nostro tempo.

Gestione sostenibile delle risorse in agricoltura: il caso acqua e suolo

Barbieri G.¹, Xiloyannis C.²

barbieri@unina.it

¹Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Università, 96, 80055 Portici NA

²Università degli Studi della Basilicata, Via S. Rocco, 3 -75100 Matera

L'irrigazione è spesso eseguita in modo inefficiente, per la tendenza ad impiegare volumi irrigui superiori alle esigenze delle colture. Oltre al soddisfacimento dei fabbisogni idrici, l'acqua è utilizzata per altre finalità, compresa la distribuzione di fertilizzanti e/o di pesticidi e nelle fasi di lavaggio in post-raccolta. La difficoltà di stimare il fabbisogno irriguo delle colture, i diversi sistemi di irrigazione utilizzati, il gran numero di specie / cultivar e le peculiari condizioni di produzione (aziende di piccole dimensioni, metodi di coltivazione ad alta intensità di input), sono altre variabili che contribuiscono a tale inefficienza. In linea generale, al fine di massimizzare l'efficienza di utilizzazione dell'acqua, oltre che ridurre le perdite attraverso runoff, infiltrazione, evaporazione e traspirazione da parte delle infestanti, è necessario promuovere l'accrescimento delle colture, a partire dalla scelta di specie/cultivar, ben adattate al suolo ed al clima locale, alla corretta esecuzione dell'intero processo di produzione con l'impiego di nuove tecnologie per l'irrigazione di precisione.

Parole chiave: sostenibilità, fabbisogni irrigui, scelta della specie, caratteristiche suolo.

L'evoluzione del miglioramento genetico e il suo contributo ad una frutticoltura sostenibile

Rugini E.¹, Testolin R.²

raffaele.testolin@uniud.it

¹Università della Tuscia, DAFNE, Via San Camillo de Lellis, 01100 Viterbo

²Università di Udine, DI4A, Via delle Scienze 206, 33100 Udine

L'attività di *breeding* svolta in Italia sulle specie da frutto ripercorre l'evoluzione delle conoscenze e delle tecniche messe a punto nell'ampia comunità dei genetisti vegetali, con qualche differenza legata alla lunghezza delle generazioni, all'incompatibilità che impedisce la produzione di linee autofecondate e alla necessità di grandi superfici dove accomodare le progenie di incrocio nelle specie da frutto.

Passata l'epoca dello *scouting* di mutanti, un approccio che ha dato risultati interessanti dal punto di vista pratico, ma privo di contenuti scientifici, è iniziato uno studio sistematico dell'ereditabilità dei caratteri e dell'abilità combinatoria generale e specifica (GCA e SCA) dei parentali da utilizzare negli incroci controllati. Gli schemi di incrocio più comuni sono stati il diallelico per le specie a fiori ermafroditi e il *North Carolina Model 2* (NMC2) per le specie dioiche.

Nel caso frequente di introgressione nelle varietà di pregio di caratteri di interesse agronomico (es. resistenze) da genotipi di scarso valore, l'elevata eterozigosità dei genomi e il conseguente *genetic load* (carico di geni letali o deleteri mascherati dall'eterozigosi) ha portato i *breeders* ad utilizzare piani di reincrocio caratterizzati dalla sostituzione del ricorrente ad ogni *back-cross*. Nel corso della presentazione vengono illustrati alcuni esempi di rilevanza storica.

Gli autori analizzano, poi, l'avvento della biologia molecolare a supporto del *breeding*, dall'introduzione della selezione assistita da marcatori (MAS, *marker-assisted selection*) fino alle più evolute selezioni assistite dalle informazioni sul genoma, come la *genomic selection* (GS), il *genomics-assisted breeding* (GAB) e il *genome-wide estimation of breeding value* (GWEBV), di cui vengono illustrati sinteticamente il significato e l'importanza nel *breeding* moderno, soprattutto quando a queste tecnologie vengano associate piattaforme di fenotipizzazione rapida (*high-throughput phenotyping platforms*).

Un settore importante di attività è stato lo sviluppo delle colture in vitro a supporto del breeding, sia di quello tradizionale che di quello non convenzionale, come la trasformazione genetica per la produzione di piante geneticamente modificate (GM), la produzione e rigenerazione di varianti somatiche, la fusione di protoplasti, la produzione di aploidi e doppi aploidi ed altro.

Nonostante il rallentamento subito dalle attività che fanno uso delle tecniche del DNA ricombinante, a causa dell'avversione agli organismi GM da parte dell'opinione pubblica, la ricerca ha permesso di mettere a punto nuove tecniche di trasformazione genetica come la *cis-genesi* e il *genome-editing*, i cui risultati ottenuti dai ricercatori italiani, che operano nel campo delle colture arboree, vengono commentati in sintesi.

Parole chiave: sostenibilità, miglioramento genetico, trasformazione genetica, cis-genesi, genome-editing.

Il futuro del paesaggio mediterraneo

Barbera G.

giuseppe.barbera@unipa.it

Corso di Laurea Magistrale in Architettura del Paesaggio, Università di Palermo

La classica definizione di Emilio Sereni di “paesaggio agrario”, attraverso l’uso degli avverbi “coscientemente” e “sistematicamente”, rimanda ad un’opera degli agricoltori che, lungo centinaia di generazioni, ha reso le terre mediterranee esemplare testimonianza degli esiti felici del rapporto tra uomo e natura. Tra i caratteri di questa, le esigenze della storia e le manifestazioni culturali che ne sono state mediatrici ed espressione, i paesaggi delle differenti regioni evidenziano, nella loro complessità, esiti che hanno tenuto insieme esigenze produttive, necessità economiche, attenzioni ambientali, opportunità estetiche. Hanno indirizzato positivamente l’incontro plurimillenario tra diversità biologiche, fisiche, culturali di tre continenti. La Sicilia è al centro, non solo geografico, di tutto ciò: palestra prediletta degli intellettuali europei per conoscere il Mediterraneo. Senza la quale – non si sfugge alla considerazione del *Viaggio in Italia* di Goethe – “non ci si può fare un’idea dell’Italia. È in Sicilia che si trova la chiave di tutto”. Non si sfugge, quindi, alle sue campagne, alla utilità e bellezza dei suoi frutteti e orti, non a caso definiti giardini. Se una conoscenza della storia umana e della sua influenza sui caratteri naturali è necessaria per comprendere i paesaggi agrari, non possono non considerarsi le difficoltà del presente e le domande che si pongono rispetto al futuro. I sistemi agrari, tutti, sono nuovamente chiamati alla multifunzionalità, alla sostenibilità. Le fondanti ragioni produttive non possono più misurarsi solo con i mercati. Evidenze globali, politiche internazionali (da ultimo il Next Generation UE), vitali necessità locali, chiedono una valutazione sistemica dei processi e dei risultati culturali. Cioè -a partire dalla radice etimologica- di manifestare nei paesaggi la cura verso tutti gli elementi che li compongono.

Parole chiave: paesaggio, Mediterraneo, Sicilia, sostenibilità.

In plant food design: new strategies for healthy food products development

Fogliano V.

vincenzo.fogliano@wur.nl

Food Quality and Design group, Wageningen University, The Netherlands

Several recent scientific discoveries about the functioning of human gastrointestinal system suggested several possible targets for healthy foods design. Food products can be designed to trigger different biochemical pathways and physiological functions, but a proper understanding of the digestion mechanisms is needed to design appropriate food matrix to reach specific target and health target.

The traditional recommendation about increasing the consumption of fruit and vegetables was based on their high content of vitamins, phytochemicals and minerals, however their nutritional value cannot be only calculated as the sum of the micronutrient concentrations.

The characteristic of the food matrix is an essential factor determining the actual bioaccessibility of the various plant micronutrients and in turn the health relevance of the fruit and vegetable intake. To properly understand the actual nutritional relevance of the compounds present in a food product a detailed knowledge of the matrix behaviour during the digestion process should be achieved.

In vitro and animal studies highlighted the relevance of the food matrix to address the actual release of fruit and vegetable compounds along the gastrointestinal tract and therefore their bioaccessibility at gastric and small intestine level. Moreover, it is now well established the lack of bioaccessibility is not necessarily a negative aspect. Entrapping some compounds in a tight matrix and make them not bioaccessible can be considered a good way to deliver compounds to the gut microbiota.

In this lecture the concept of antioxidant dietary fibre will be illustrated providing some examples of the potential to use agronomical strategies to modulate bioaccessibility and delivery of micronutrients by design plant food microstructure.

Keywords: Food Design, bioaccessibility, mineral, INFOGEST.

Recent advances in automation and robotics in horticulture

Hemming J.

jochen.hemming@wur.nl (www.wur.nl/agrofoodrobotics)

Wageningen University & Research, Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen, The Netherlands

Labour, productivity and sustainability are the most significant global issues in the agri-food sector today. The growing world population and the limited natural resources result in an increased demand in food and a need to produce more with less. Crop production has become a large scale industrial process with an increasing number of sensors and registration systems for climate conditions, plant status, crop development, fertigation and pests and diseases. To extract useful information from this big amount of data is challenging. Artificial intelligence (AI) and machine learning methods have recently shown their large potential for data processing and reasoning. Moreover, it can be observed that fewer people are willing to do the often monotonous and heavy work in warm, humid greenhouses or cooled processing facilities. With COVID-19 resulting in closed borders, this has escalated the need for a quick implementation of automated production with robots and automated quality assessment systems. Due to the natural variation of the target products and of the environment the implementation of robotics in horticulture is more demanding than in traditional robotic industries. In these applications sensors, especially imaging sensors, play a key role and machine learning and more specifically deep-learning techniques have been proven to greatly outperform classical machine learning in a multitude of very challenging problems. Example applications are scouting robots in the greenhouse that autonomously monitor the status of the crop and spot pests and diseases as well as gathering detailed climate and environmental information and robots for phenotyping (e.g. monitoring and predicting fruit setting). Results from projects on robots for harvesting for example sweet-pepper in the greenhouse and apples in orchards confirm that innovations from fundamental scientific concepts have led to robust solutions. Research is currently focusing on bringing even more advanced technology that has proven to work under defined laboratory conditions into the greenhouse and into the field and on robots that can learn from and work alongside employees (Cobots).

Keywords: automation, ai, deep-learning, harvesting robot, phenotyping, cobot

Sessioni orali

Miglioramento genetico

Il genoma di limone, un nuovo strumento per lo studio di caratteri di interesse agronomico e per il breeding

Di Guardo M.¹, Moser M.², Moretto M.², Catalano C.¹, Deng Z.³, Distefano G.¹, Cestaro A.², La Malfa S.¹, Troglio M.², Bianco L.², Gentile A.¹

mario.diguardo@unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia

²Centro di Ricerca ed Innovazione (CRI), Fondazione Edmund Mach, San Michele all' Adige, Trento, Italia

³College of Horticulture and Landscape, Hunan Agricultural University, 410128 Changsha, China

Il lavoro presenta per la prima volta i risultati del sequenziamento del genoma di limone [*Citrus limon* (L.) Burm. f.], la terza specie per importanza economica all'interno del genere *Citrus*. La varietà scelta per il sequenziamento è stata 'Femminello Siracusano', alla luce sia delle ottime caratteristiche qualitative del frutto, che di quelle agronomiche. Il sequenziamento è stato condotto combinando tecniche *short reads* (Illumina) e *long reads* (Oxford Nanopore, ONT). Il numero totale di basi sequenziate è stato di 40,16 Gb per Illumina e di 46,2 Gb per ONT, corrispondenti ad un *coverage* di circa 100X per ciascuna tecnologia. La lunghezza del genoma aploide stimata con le sequenze illumina è risultata essere di circa 312 Mb con un'eterozigosità stimata di 3,56%. Entrambi i valori della nostra analisi sono in linea con quanto riportato in lavori precedenti e, per quanto riguarda il grado di eterozigosità, questa risulta compatibile con la natura ibrida del limone i cui progenitori sono il cedro (*C. medica* L.) e l'arancio amaro (*C. aurantium* L.); quest'ultimo, a sua volta, derivato da un mandarino e dal pummelo (*C. maxima* L.).

Parallelamente, l'RNA totale proveniente da 4 tessuti (foglia, fiore, frutto e radice) è stato estratto e sequenziato con tecnologia Illumina paired-ends generando un numero di *reads* compreso fra 20 milioni (foglia) e 23,4 milioni (frutto).

Dall'analisi del trascrittoma, supportate dal genoma assemblato, sono stati identificati ed annotati XXXX trascritti. Il sequenziamento condotto sui vari tessuti ha permesso di caratterizzare un numero di geni espressi esclusivamente nei vari tessuti: 477 in foglia, 903 in frutto, 1339 in radice e 1993 in fiore. In aggiunta sono state condotte anche analisi relative alla presenza e distribuzione di regioni caratterizzate dalla presenza di sequenze caratteristiche di retrotrasposoni LTR (*long terminal repeats*) e di microRNA (miRNA) noti, al fine di avere un'immagine più completa anche delle regioni non codificanti del genoma.

La disponibilità di un genoma di riferimento per la specie rappresenta un passo fondamentale per la messa a punto di analisi di associazione genotipo-fenotipo, quali ad esempio quelle già in corso al fine di genotipizzare popolazioni segreganti per analisi QTL, e per studi di genomica funzionale allo scopo di individuare e validare geni candidati coinvolti in caratteri di interesse agronomico.

Parole chiave: Citrus, assemblaggio genoma, trascrittoma, Illumina, Oxford Nanopore.

Sustainable viticulture through NPBTs for biotic and abiotic stress management

Moffa L.^{1,2}, Gaetano G.^{1,3}, Gambino G.⁴, Perrone I.⁴, Pagliarani C.⁴, Velasco R.¹, Chitarra W.^{1,4}, Nerva L.^{1,4}

loredana.moffa@crea.gov.it

¹Research Centre for Viticulture and Enology, Council for Agricultural Research and Economics (CREA-VE), Via XXVIII Aprile 26, 31015 Conegliano (Italy);

²University of Udine, Department of Agricultural, Food, Environmental and Animal Sciences (Di4A), Via delle Scienze 206, 33100, Udine (Italy);

³University of Milano, Department of Agricultural and Environmental Sciences - Production, Landscape, Agroenergy (DiSAA), Via Celoria 2, 20133, Milano (Italy);

⁴Institute for Sustainable Plant Protection, National Research Council (IPSP-CNR), Strada delle Cacce 73, 10135 Torino (Italy).

New plant breeding techniques (NPBTs) aim to overcome traditional breeding limits for plant improvement to biotic and abiotic stresses satisfying the European Policies requirements that promote chemical input reduction and new environmental-friendly methods for a more sustainable agriculture.

We decide to apply genome editing (via CRISPR/Cas9) focusing on susceptibility genes to control powdery mildew: we chosen to knock-out two genes belonging to *MLO* (*Mildew Locus O*) family: *VvMLO7* and *VvMLO6*.

In parallel we used the same approach to cope with abiotic stresses, in specific drought, performing a knock-out of four genes, two belonging to *GST* (*Glutathione S-Transferase*) and two to *PME* (*Pectin Methyl Esterase*) gene families. Previous studies demonstrated a better drought tolerance in knock-out mutant for both these two gene families.

In parallel to genome editing, we also applied cisgenesis to move the resistance locus *RPV31* (*Resistance to Plasmopara viticola*)(†) into economically important cultivars. This locus is formed by two different genes that were inserted (with native promoters and terminators) individually and in combination to evaluate their effects.

One of the drawbacks linked to classical *Agrobacterium tumefaciens* mediated transformation is the insertion of unrelated selectable marker genes (e.g., antibiotic resistance). These markers are required for transgenic plants selection, but undesirable to be retained in commercial plants due to possible toxicity or allergenicity to humans and animals, in addition to their potential hazards for the environment. To overcome these limits, we developed a “clean” transformation strategy using an inducible excision system based on a recombinase technology from the P1 bacteriophage. The Cre-lox system is controlled by a heat-shock inducible promoter that will be activated once the transformation event(s) will be confirmed. Embryogenic calli of Chardonnay, Glera, Microvine, Pinot Noir, Sangiovese, were used in stable transformation with *A. tumefaciens* GV3101 carrying the genome editing construct with the *MLO*-guideRNAs (two for each gene) and the cisgenic construct carrying the two *RPV3-1* genes. Embryogenic calli of rootstocks 110 Richter and SO4 were transformed with genome editing construct carrying *GST* and *PME* guideRNAs in two independent transformations.

Regenerated embryos from all the transformation events are now under evaluation.

(†) In cooperation with the Institut of Applied Genomics, Udine.

Keywords: cisgenesis, genome editing, biotic and abiotic stress, Cre-lox, grapevine.

Embriogenesi somatica da stami, pistilli e fiori interi per la trasformazione genetica di vite delle varietà Ancellotta, Lambrusco Salamino, e del portinnesto ibrido 110 Richter

Capriotti L., Ricci A., Limeria C. Mezzetti B., Sabbadini S.

s.sabbadini@staff.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

L'Italia si attesta il primato del principale paese produttore di vino al mondo, stimando la sua produzione in 47,2 milioni di ettolitri (OIV, 2020). La viticoltura moderna si basa quasi esclusivamente sulla coltivazione di poche varietà, strettamente legate al territorio, in cui la principale fonte di variabilità genetica deriva dal riconoscimento e dalla commercializzazione di cloni dalle caratteristiche migliorate. L'anticipazione delle diverse fasi fenologiche dovute all'incremento generalizzato delle temperature, congiuntamente alla suscettibilità a malattie crittogamiche e alla richiesta sempre maggiore di mezzi di difesa, sono tra i principali aspetti da considerare per migliorare la qualità delle produzioni e la sostenibilità delle pratiche colturali.

In tale contesto, l'embriogenesi somatica rappresenta un importante strumento a disposizione per la propagazione del materiale vegetale che consente di ottenere cultivar e portinnesti sani essenzialmente privi di virus, nonché per l'applicazione di nuove tecniche biotecnologiche innovative volte al miglioramento genetico delle colture. Molti fattori fisiologici e genetici sono implicati nell'induzione dell'embriogenesi somatica, che a differenza di quella zigotica non prevedono l'atto fecondativo, bensì riguardano l'acquisizione della competenza alla rigenerazione da parte di una singola cellula somatica. In questa sperimentazione, l'embriogenesi somatica è stata efficientemente indotta dalla coltura *in vitro* di fiori interi, stami e pistilli delle cultivar di *Vitis vinifera* Ancellotta e Lambrusco Salamino e del portinnesto ibrido 110 Richter (*Vitis berlandieri* Rösséguier n. 2 x *Vitis rupestris* Martin). Tali espunti, una volta subito un processo di sterilizzazione, sono stati posti in coltura in piastre Petri contenenti due terreni di induzione differenti, l'uno (PIV) a base di sali NN (Nitsch and Nitsch, 1969) e vitamine B5 con 0,6% di saccarosio, 4,5 μM di N_6 -benzilaminopurina (BAP) e 5 μM di acido 2,4-diclorofenossiacetico (2,4-D), e l'altro (MS1) a base di sali e vitamine MS (Murashige and Skoog, 1962) con 0,2% di saccarosio 9 μM di BAP, e 5 μM 2,4-D. Le colture di embrioni somatici sono state proliferate in un substrato specifico secondo un ciclo ricorrente di embriogenesi che ha permesso la formazione di nuovi embrioni anche a distanza di un anno. La valutazione dell'efficienza di trasformazione genetica transiente mediata da *A. tumefaciens* sugli embrioni dei sopraccitati genotipi allo stadio cotiledonare avanzato, tre giorni dopo l'agroinfezione, ha permesso di stabilire la propensione alla trasformazione di ciascun genotipo rispetto alla cultivar modello Thompson Seedless.

Parole chiave: embriogenesi somatica, rigenerazione, *Vitis vinifera*, portinnesti, trasformazione genetica.

Rigenerazione *in vitro* da foglia, via organogenesi, in portinnesti (Hansen 536 e GF677) e una cultivar (Big Top) di pesco

Ricci A.¹, Capriotti C.¹, Mezzetti B.¹, Navacchi O.², Sabbadini S.¹

s.sabbadini@staff.univpm.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

²Vitroplant Italia, 47521 Cesena, Italia

Prunus persica L. è considerata una delle specie da frutto più recalcitranti in termini di messa a punto di protocolli efficienti di rigenerazione *in vitro* e trasformazione genetica, in particolare quando tessuti somatici sono usati come espianti di partenza. In questo studio, un protocollo di rigenerazione *in vitro*, via organogenesi, basato sull'utilizzo di foglie come espianto iniziale è stato testato in due portinnesti ibridi pesco-mandorlo Hansen 536 e GF677, e nella cultivar di pesco Big Top, per la futura applicazione di strumenti biotecnologici innovativi per il miglioramento genetico di *P. persica* L. Al fine di valutare l'efficienza di rigenerazione di Hansen 536, GF677 e Big Top, foglie giovani ottenute da germogli allungati *in vitro* sono state usate come espianti di partenza per la rigenerazione via organogenesi, testando 20 diversi substrati di rigenerazione contenenti sali e vitamine McCown Woody Plant Medium (WPM) e diverse concentrazioni e combinazioni di ormoni di crescita. Il confronto dell'efficienza di rigenerazione nei tre genotipi testati ha identificato Hansen 536 come il genotipo con la più alta efficienza di rigenerazione. Per quest'ultimo, nello specifico, il tasso di rigenerazione più alto (fino al 53%) è stato ottenuto usando N₆-benzilaminopurina (BAP) alla concentrazione di 15.5 µM. Inoltre, al fine di analizzare l'efficienza di rigenerazione di Hansen 536 in futuri esperimenti di trasformazione genetica mediata da *Agrobacterium*, lo stesso tipo di espianto è stato usato come materiale di partenza, testando il terreno di rigenerazione migliore (WPM 15.5 µM BAP) in presenza di diverse concentrazioni di tiosolfato d'argento (STS) e diverse combinazioni di antibiotici. In particolare, l'utilizzo di STS alla concentrazione di 10 µM o della carbenicillina (238 µM) in combinazione con il cefotaxime (210 µM), aumentava in modo significativo il numero medio di germogli per foglia. Infine, i germogli di Hansen 536 rigenerati *in vitro* sono stati allungati, radicati e acclimatati in serra. I risultati ottenuti con questo studio ampliano le conoscenze sui fattori che influenzano l'organogenesi da foglia in *P. persica* L. e il protocollo di rigenerazione ottimizzato per Hansen 536 ci sembra promettente per l'ottimizzazione di nuovi protocolli di trasformazione genetica in Hansen 536 e in altri portinnesti e cultivar di pesco.

Parole chiave: *Prunus persica* L., organogenesi *in vitro*, tessuto somatico, STS, antibiotici.

Approcci RNAi per indurre resistenza a *Botrytis cinerea* in fragola

Sabbadini S.¹, Capriotti L.¹, Molesini B.², Pandolfini T.², Ricci. A., Giovanetti G.¹, Mezzetti B.¹

s.sabbadini@staff.univpm.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

²Dipartimento di Biotecnologie, Strada Le Grazie, 15, 37134 Verona, Italia

La fragola (*Fragaria x ananassa*) è uno dei frutti rossi più diffusi, che conta circa 372.360 ettari coltivati in tutto il mondo (FAOSTAT, 2018). Questa specie perenne è soggetta all'attacco di molte malattie fungine. Tra queste, la muffa grigia, causata dall'ascomicete *Botrytis cinerea*, è considerata una delle malattie più dannose per questa coltura, causando significativi danni economici sia per la fragola coltivata che per i frutti in post-raccolta. Recentemente, un nuovo approccio biotecnologico, chiamato *Spray-induced gene silencing* (SIGS), basato sul meccanismo dell'RNA interferente (RNAi), è stato dimostrato essere efficace nel contenimento della muffa grigia. In particolare, il gruppo di ricerca di Wang et al., (2016) ha ridotto la patogenicità e la crescita di *B. cinerea* su foglie e frutti di piante appartenenti a diverse specie vegetali, attraverso l'applicazione esogena di molecole di RNA a doppio filamento (dsRNA) contro i geni *dicer like 1* (*DCL1*) e *dicer like 2* (*DCL2*) di *B. cinerea*. Stiamo validando l'efficacia di queste molecole anche attraverso la loro espressione stabile in pianta (*Host-induced gene silencing* (HIGS)). Espianti di fragola *in vitro* delle cultivar Romina e Sveva (*Fragaria x ananassa*) sono stati geneticamente modificati mediante *A. tumefaciens* per esprimere stabilmente costrutti hairpin aventi come target entrambi i geni *Bc-DCL1* e *Bc-DCL2* (Wang et al., 2016). Le linee HIGS ottenute sono state ambientate in serra e caratterizzate molecularmente. L'efficacia dei costrutti hairpin contro *B. cinerea* è in fase di valutazione, a confronto con piante non trasformate. Parallelamente, piante di fragola wild-type della cultivar Arianna, coltivate in serra, sono state utilizzate per ottimizzare un protocollo preliminare di applicazione esogena di dsRNA (approccio SIGS) contro gli stessi geni target *Bc-DCL1* e *Bc-DCL2*. Questi studi hanno l'obiettivo di confermare l'efficacia della strategia SIGS nell'indurre resistenza contro *B. cinerea* in fragola in un ambiente differente rispetto ad un ambiente controllato di laboratorio, e confermare che i sistemi RNAi sono strumenti utili per la difesa delle piante da patogeni.

Parole chiave: HIGS, SIGS, *Botrytis cinerea*, *Fragaria x ananassa*.

Approcci genetici innovativi per il controllo di orobanche in pomodoro

Nicolia A.¹, Cuccurullo A.¹, Contaldi F.¹, Navarro Garcia A.¹, Festa G.¹, Camerlengo F.², D'Agostino N.³, Facchiano A.⁴, Scafuri B.⁴, Rigano M.³, Vurro M.⁵, Cardi T.¹

alessandro.nicolia@crea.gov.it

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (Centro ricerca orticoltura e florovivaismo – Sede di Pontecagnano, Via Cavallegeri, 25 - 84098 Pontecagnano - SA)

²Università della Tuscia (Dipartimento Scienze Agrarie e Forestali, Via San Camillo de Lellis, 01100 Viterbo - VT)

³Università degli Studi di Napoli Federico II (Dipartimento Agraria, Via Università, 100 - Portici - NA)

⁴Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istituto di Scienze dell'Alimentazione, Via Roma 64, 83100 Avellino - AV)

⁵Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Via Giovanni Amendola, 122/O, 70126 Bari - BA)

Le orobanche sono delle piante parassite appartenenti ai generi *Orobanche* spp. e *Phelipanche* spp. Esse rappresentano un serio rischio per varie colture dell'area del bacino del Mediterraneo, alcune regioni dell'Asia e dell'Europa. In Italia, la coltivazione del pomodoro, soprattutto in pieno campo, può essere significativamente minacciata dal diffondersi della specie *P. ramosa*, che causa notevoli danni economici. Le tecniche di gestione agronomica sono spesso insufficienti e inadeguate a controllare questa pianta parassita, che compie gran parte del ciclo nel suolo e può sopravvivere sotto forma di seme per molti anni. Un approccio genetico diversificato e integrato, basato sia sulle più avanzate tecniche di evoluzione assistita (*Genome Editing*) che sull'uso di Linee di introgressione, è stato scelto al fine di esplorare la possibilità di introdurre resistenza/tolleranza a *P. ramosa* in pomodoro. Mediante *genome editing* con CRISPR/Cas9 sono stati prodotti i mutanti dei geni principali della biosintesi degli strigolattoni (D27, CCD7, CCD8 e MAX1), molecole rilasciate negli essudati radicali e responsabili della germinazione dei semi delle piante parassite nel suolo. Tuttavia, il blocco della biosintesi degli strigolattoni causa degli effetti fenotipici indesiderati nelle piante (es. accostamento, taglia ridotta) e pertanto l'attività di mutagenesi CRISPR/Cas9 è stata indirizzata anche verso i geni responsabili del loro trasporto negli essudati radicali (SIPDR1 e SIPDR2).

Parallelamente, è stata avviata anche un'attività esplorativa di resistenze presenti nel germoplasma del genere *Solanum*, che ha messo in evidenza come *S. pennellii* sia di fatto resistente a *P. ramosa*, sebbene i meccanismi genetico/fisiologici siano ancora ignoti. Data la disponibilità delle ben note linee di introgressione (ILs) di *S. pennellii* in *S. lycopersicum*, è stato avviato uno screening al fine di evidenziare le regioni cromosomiche responsabili della resistenza da utilizzare successivamente per la realizzazione di sublinee che possano costituire materiale genetico idoneo di *pre-breeding* e di studio della resistenza.

Parole chiave: pomodoro, genome editing, orobanche, linee di introgressione, strigolattoni.

Strategie di adattamento agli stress

First evidences in screening potential *Actinidia* genotypes to be used as rootstock for kiwifruit decline tolerance

Mian G.^{1*}, Cipriani G.¹, Saro S.², Martini M.¹, Ermacora P.¹

giovanni.mian@uniud.it

¹Dipartimento di scienze agro-alimentari, ambientali ed animali, Università degli studi di Udine, via delle Scienze 206, 33100 Udine, Italia

²ERSA, Agenzia regionale per lo sviluppo rurale, Via Sabbatini, 5-3, 33050 Pozzuolo del Friuli (UD), Italia

In Italy, Kiwifruit Decline (KD, generally called “Moria”) is a severe and complex pathology, derived from biotic and abiotic causes, that has been afflicting kiwifruit cultivation since almost 10 years ago. Lately, its damage is increasing and causing both dramatic yield and economic losses, as well as plant death and the inability to replant Kiwifruit in infected orchards. The disease can affect *A. deliciosa* and *A. chinensis*; old and young plants; under organic or conventional farming. Symptoms are found, firstly, on the root system with widespread necrosis and then on the aerial part. The aetiology of this disease is attributed to the presence of soil borne pathogens whose activity is enhanced by conditions of water excess (e.g., anoxia). In this context, since there are no effective tools against it, one of the most promising possibilities to contrast KD is the use of species of *Actinidia* that show resistance or tolerance. The root system plays an essential role in the overall plant development (anchoring, up taking, etc); moreover, being the interface between plant, soil, and its microbial community, it can also influence the behaviour towards pathogens.

Hence, in order to identify possible genotype candidates to be used as rootstock for their capability of resisting to KD, eight species belonging to *Actinidia* genus were planted and tested in four experimental sites in Friuli-Venezia Giulia region, where KD is present since 2014. Evaluation of the potential rootstocks after one year from planting was made by an investigation carried out on the root system, taking into account different agronomic parameters, as well as vegetative plant growth. Our preliminary results reported potential rootstocks capable of resisting and growing in KD inducing soils. In fact, genotypes under test had different and significant performances of the root system and agronomic features in all experimental sites yet confirming the evidence of those ones already known as sensitive. This suggested us that some of them may be useful against KD, in a direct way or for genetic improvement issues. Finally, it is reported that, in addition to the agronomic behaviour of the genotypes tested, we begun to evaluate their grafting potentiality with Hayward and Sorely varieties, and then the agronomic behaviour of grafted plants.

Keywords: *Actinidia*, Kiwifruit Decline, rootstock, root system, resistance/tolerance.

Polyphenolic profiles of *Rosmarinus officinalis* and *Lavandula angustifolia* inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi

Pasquini D.^{1,2}, Balestrini R.³, Lumini E.³, Ferrini F.^{1,2,4}, Brunetti C.^{1,2}

dalila.pasquini@unifi.it

¹University of Florence, Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI), Sesto Fiorentino (Florence), 50019, Italy

²National Research Council of Italy, Institute for Sustainable Plant Protection (IPSP), Sesto Fiorentino (Florence), 50019, Italy

³CNR-IPSP, Viale Mattioli 25, Torino

⁴VALUE Laboratory on Green, Health & Wellbeing, University of Florence

Lavender (*Lavandula angustifolia*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) are small fragrant shrubs native to the Mediterranean regions, and they are cultivated worldwide for their therapeutic and cosmetic uses as well as in the food industry. The main aim of this work was to evaluate the potential impact of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) on plant polyphenolic profiles. In this experiment, lavender and rosemary plants, provided by the “Istituto Tecnico Geometri e Agrari Vaglio Rubens” (Biella, Italy), were grown in 1L pots in a randomized block design, which included 4 treatments for each species: (i) non-inoculated control (Ø Myc-); ii) AMF mono species inoculum (Myc+_MO) with (*Rhizophagus irregularis* BEG140; Symbiom, Lanškroun, Czech Republic); (iii) AMF multiple species inoculum 1 (Myc+_MI) (*Funneliformis geosporum* BEG199; *Funneliformis caledonium* BEG97; *Claroideoglomus claroideum* BEG96; Symbiom, Lanškroun, Czech Republic) and (vi) AMF double species inoculum 2 (Myc+) (*Rhizophagus intraradices* and *Funneliformis mosseae*, MycAgro, France). The polyphenolic compounds were analysed through HPLC-DAD, carrying out a qualitative and quantitative comparison to highlight possible differences in polyphenolic profile induced by AMF treatment with respect to non-inoculated plants. No qualitative differences were found between non-inoculated (Ø) and AMF inoculated lavender plants. A higher concentration of hydroxycinnamic acid derivative compounds was observed in the non-inoculated plants of this species. On the contrary, rosemary plants showed differences at qualitative level. Indeed, three additional rosmarinic acid derivatives were identified in the non-inoculated plants compared to the inoculated ones, whereas the total polyphenolic compounds were in the same amount in all the treatments. In conclusion, this study raises questions regarding the real impact that inoculation with AMF can have on secondary metabolites production in lavender and rosemary as well as other important Mediterranean fragrant shrubs.

Keywords: arbuscular mycorrhizal fungi, HPLC-DAD, lavender, polyphenol profile, rosemary.

A genomic approach for characterization of QTLs underlying partial and full resistance to *Fusarium oxysporum* by means of eggplant RIL population

Tassone M.R.^{1,2}, Toppino L.¹, Bagnaresi P.³, Desiderio F.³, Barchi L.⁴, Sunseri F.², Rotino G.L.¹

laura.toppino@crea.gov.it

¹CREA-GB, Research Centre for Genomics and Bioinformatics, 26836 Montanaso Lombardo (LO), Italy

²Department AGRARIA, University Mediterranea of Reggio Calabria, 89124 Reggio Calabria, Italy

³CREA-GB, Research Centre for Genomics and Bioinformatics, 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC), Italy

⁴DISAFA, Plant genetics and breeding – University of Turin, 10095 Grugliasco, (TO), Italy

Eggplant (*S. melongena* L.) is susceptible to many diseases, often caused by soil-borne pathogens, including *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* (*Fom*). An intraspecific RIL population derived from the cross between '305E40' x '67/3', two eggplant lines highly contrasting for many key agronomic traits, was used for the development of a high-quality GBS-based map and identification of QTLs affecting key breeding traits including the resistance/tolerance to *Fom*. The female parental line 305E40 is a dihaploid line from the somatic hybrid between eggplant and *S. aethiopicum* and carries the introgressed resistance locus *Rfo-sa1* conferring complete resistance to *Fom* while '67/3' (whose high-quality genome sequence was recently released) is an F8 selection partially resistant to *Fom*. Data of replicated inoculation of each RIL with *Fom* were successfully employed to identify two major QTLs on chromosomes E02 (*Fom2.1*) and E11 (*Fom11.1*) associated with complete and partial resistance, respectively. By exploiting the 35X and 5X Illumina sequencing data available, respectively, for 305E40 and each RIL progeny, we investigated the chromosomal regions underlying QTLs and spotted polymorphisms between the two parental lines. RILs sequencing data were grouped according to the disease score and aligned to the reference genome to identify differentially enriched regions within the confidence intervals of the QTLs. For *Fom 11.1*, pooled sequence reads of partially resistant and sensible RILs were aligned to the 67/3 reference and allowed the identification of 4 differentially enriched regions containing 9 candidate genes. HRM markers for each region were designed and will be used for a fine mapping of the region. Regarding *Fom2.1* QTL, a *de novo* assembly of the 35X sequences from 305E40 allowed to build 5 Mbp of unique scaffolds of 305E40 which were used as reference for the alignment of the two pools of 28 Resistant and 21 sensible RILs, thus enabling the identification of differentially-enriched regions and 11 candidate genes. Characterization of all resistant available RILs, revealed 5 fully resistant lines displaying reduced portions of the QTL on CH2. For this reason, will be submitted to resequencing with the purpose to narrow the chromosomal region underlying the QTL. Twelve RILs miming a fully resistant phenotype did not display the *Fom2.1* QTL, but do have the 67/3 haplotype of the region below the *Fom11.1* QTL, resulting therefore the best lines carrying the partial resistance trait. The best performing RILs displaying full and/or high partial resistance traits will be employed for breeding purposes to introgress and pyramiding the two *Fusarium* resistance QTLs into elite cultivars of eggplant.

Keywords: *Solanum melongena*, *Fusarium oxysporum*, QTL mapping.

Messa a punto delle biotecnologie abilitanti per l'applicazione delle TEA nel miglioramento genetico dell'uva da tavola

D'Amico M.¹, Bergamini C.¹, Maggiolini F.², L'Abbate A.³, Basile T.¹, Cardone M.F.¹, Forleo L.R.¹, Velasco R.¹

luciarosaria.forleo@crea.gov.it

¹CREA Viticoltura ed Enologia, Via Casamassima 148, 70010 Turi, Italy

²Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Orabona 4, 70124 Bari, Italy

³Institute of Biomembranes, Bioenergetics, and Molecular Biotechnologies—National Research Council (IBIOM-CNR), Bari, Italy

L'Italia è tra i maggiori paesi produttori di uva da tavola e vede la Puglia tra le regioni leader a livello nazionale con una produzione del 60% circa. In Italia le varietà maggiormente coltivate sono con semi e tra queste abbiamo: Italia, Victoria, Red Globe, Michele Palieri, Black Magic e Regina, mentre tra le apirene abbiamo: Crimson, Sugraone, Thompson seedless e Regal seedless. Negli ultimi anni c'è stata una crescente domanda di uve apirene da parte dei consumatori e quindi del mercato, portando all'iscrizione al Registro Nazionale delle Varietà di Vite di circa 40 nuove varietà apirene. La quasi totalità di queste varietà sono di origine extra UE e presentano difficoltà di adattamento negli areali di coltivazione italiani. Da qui nasce la scelta del CREA Viticoltura ed Enologia di Turi di indirizzare la ricerca verso varietà apirene autoctone per soddisfare la necessità delle imprese locali di rimanere competitive sui mercati nazionali ed internazionali. Gli obiettivi del miglioramento genetico del nostro centro hanno riguardato soprattutto: estensione del periodo di raccolta, attitudine alla frigoconservazione, *shelf-life*, resistenza a malattie, buona produttività, produzione di bacche apirene e dalle dimensioni elevate. Nei primi anni si è fatto ricorso alle tecniche di breeding classico affiancato all'*embryo rescue*. Negli ultimi anni grazie all'avvento delle Tecnologie per l'Evoluzione Assistita (TEA), sono state intraprese nuove vie di miglioramento genetico: breeding cisgenico e editing genomico. Tali tecnologie consentono cambiamenti genici mirati, a differenza del breeding classico, basato sull'incrocio, nel quale avviene il trasferimento di interi tratti cromosomici, e quindi l'acquisizione anche di caratteri indesiderati. Le TEA permettono l'inserimento del carattere desiderato mantenendo inalterate le caratteristiche tipiche della varietà, riducendo al contempo i tempi e i costi necessari, sia per la creazione di nuove varietà che per l'introduzione di singoli caratteri in varietà storiche. L'applicazione di queste nuove tecnologie richiede l'utilizzo di calli embriogenici dai quali si formano embrioni somatici e successivamente poter rigenerare piante editate o cisgeniche. L'ottenimento di embrioni somatici e la messa a punto delle tecniche di rigenerazione da colture embriogeniche, rappresentano un passaggio cruciale per l'applicazione delle TEA, poiché grazie a questo si possono ottenere singoli individui identici alla pianta madre recanti la mutazione genica desiderata. Presentiamo la parte di attività di ricerca del CREA che ha permesso di rigenerare per la prima volta embrioni somatici di varietà recalcitranti come *Italia* e *Glera* gettando le basi per l'applicazione delle TEA in vite.

Parole chiave: uva da tavola, miglioramento genetico, TEA, callo embriogenico.

Heavy metals pollution risk assessment of urban soils and vegetables grown in the city of Teresina, Brazil

Cerasola V.A., Vianello G., Michelon N., Pennisi G., Orsini F., Gianquinto G.

vitoaurelio.cerasola@studio.unibo.it

Department of Agricultural and Food Sciences and Technologies, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Bologna, 40127, Italy

Urban Agriculture (UA) contributes actively to food security cities worldwide. Urban crops can be polluted by heavy metals (HMs) emitted by several sources, therefore health risk linked to HMs contamination need to be assessed. The present study assess HMs contamination risks in the city of Teresina, Brazil, where a wide network of urban gardens exists. Both soils and vegetables (lettuce, coriander and chives) were sampled in five gardens (three within the city, one in the peri-urban fringes, and one from the nearby rural area). HMs contamination risk was assessed both for gardens' soils and for vegetables, performing respectively the Geoaccumulation Index (Igeo) and Health Risk Index (HRI). Moreover, the effect of two cropping system (traditional soil vs soilless system) on HMs pollution was investigated. Results shows that urban soils account for the most elevate total concentration of HMs, with highest contamination observed in the high-traffic urban area. The highest concentrations of Cr, Pb, Ni and Mo in plant tissues were however detected in vegetables grown in rural environment, suggesting that uptake by plants was more affected by bioavailability than total HMs concentration in soil. Only Sb has been mainly accumulated by plants grown in urban soils. Overall, the lettuce grown in the different community gardens of Teresina can be considered safe for children's consumption, according to the assessed Health Risk Index. The study demonstrates that even when HMs contamination is relevant, agronomic strategies that allow to reduce their bioavailability and the uptake by plants (i.e. the addition of organic matter to the soil, or the adoption of simplified soilless system) may be an efficient tool for guaranteeing the absence of health risks.

Keywords: Heavy metals, allotment gardens, urban agriculture, metalloids, health risk assessment.

Evaluation of *Spilocaea oleagina* disease onset in olive cultivars and correlation between the different polyphenolic components in resistant and susceptible plants

Trippa D.¹, Giovino A.², Siracusa L.³, Marra F.P.¹, Caruso T.¹, Marchese A.¹

francescopaolo.marra@unipa.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Viale delle scienze ed. 4 Palermo, 90128, Italy.

²Council for Agricultural Research and Agricultural Economy Analysis, Research Unit for the Recovery and the Exploitation of Mediterranean Flower Species (CREA-SFM), s.s. 113 - Km 245,500 – 90011 – Bagheria (PA), Italy.

³CNR-ICB, Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto di Chimica Biomolecolare, via Paolo Gaifami 18, 95126 Catania, Italy.

The olive tree (*Olea europaea* L.) is an evergreen and drought tolerant species that has been cultivated in the Mediterranean area since ancient time, for its oil and fruits. Phytosanitary problems of the olive tree are the main obstacle to the crop productivity. Among the olive pathogen, *Spilocaea oleagina* is particular dangerous as it causes losses mainly resulting from the defoliation of severely infected trees, causing a detrimental effect on the yield. The disease is particularly serious in dense olive groves especially with susceptible olive varieties and in nurseries. It is estimated that the losses in the olive sector due to the presence of *Spilocaea oleagina* reach up to 80% of lower productivity in susceptible cultivars. The aim of this work is to evaluate the incidence of *Spilocaea oleagina* disease during the agronomic year and how this can be related not only to exogenous factors such as environmental conditions but, also to endogenous ones. The experiment was conducted using samples of three Sicilian cultivars *Nocellara del Belice*, *Abunara*, *Calatina* and one international cultivar, *Koroneiki*, selected from three different planting systems (4 × 2, 4 × 3, 4 × 4) during different periods of the year. It was evaluated how the different qualitative and quantitative component of polyphenols present in the different olive cultivars is related to resistance and susceptibility factors to the disease. It was evident that the disease developed with the increase in rainfall and correlated with the density of the planting system. The content of polyphenols is correlated with the resilience to *Spilocaea*. In fact, the oleuropein content is higher in the more resistant cultivar, *Abunara*. Furthermore, a greater amount of polyphenols appears to be present in response to stress combined with the shorter distance between planting systems. The results obtained suggest a link between the polyphenol content and resistance to the disease. These considerations are important from the point of view of the biodiversity of agronomic systems in Sicily considering that they can lead to a better understanding of disease resistance mechanisms and limiting the use of pesticides.

Keywords: biodiversity, germplasm, olive tree, *Spilocaea oleagina*, polyphenols.

Tecniche colturali in arboricoltura

Il miglioramento della sostenibilità attraverso l'agricoltura di precisione: la gestione dell'azoto in pero e actinidia in Emilia Romagna

Baldi E., Quartieri M., Germani M.A., Polidori G., Toselli M.

elena.baldi7@unibo.it

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna, Viale Fanin 46, Bologna

Con l'aumento della popolazione mondiale e la perdita continua di superfici coltivabili, assume sempre maggiore importanza una buona gestione dei suoli ed un corretto utilizzo delle risorse. L'agricoltura di precisione si pone come obiettivo quello di individuare pratiche agronomiche in grado di massimizzare la produzione senza sprecare mezzi tecnici ed è quindi il punto di partenza per raggiungere gli obiettivi di salvaguardia dell'ambiente e ottimale gestione del frutteto. L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di monitorare, durante una stagione vegetativa, la fertilità dei suoli e lo stato nutrizionale delle piante di venti frutteti di pero e kiwi nelle province di Bologna, Modena, Ferrara e Ravenna. La disponibilità di azoto minerale è stata confrontata con il fabbisogno degli alberi in ogni fase vegetativa con l'obiettivo di stabilire il corretto dosaggio di azoto per le due colture prese in esame. Inoltre, nel corso della sperimentazione è stata valutata l'efficacia della misurazione della conducibilità elettrica del suolo come strumento veloce per valutare la concentrazione di azoto minerale nei frutteti, al fine di definire un indice veloce che possa aiutare gli agricoltori a ridurre l'applicazione di fertilizzanti non necessari. Nel corso della stagione vegetativa 2020 sono stati misurati mensilmente la concentrazione di azoto minerale nel suolo e di N totale nelle foglie, mentre la conducibilità elettrica è stata registrata in modo continuo da delle sonde poste all'interno di ogni frutteto. La disponibilità di N nitrico del suolo è risultata, nella maggior parte delle aziende, superiore ai valori definiti ottimali. Nel dettaglio, nei pereti i valori di azoto nitrico hanno oscillato fra 11 e 180 ppm; nell'actinidia, invece, fra 2 e 160 ppm. Il confronto fra i valori misurati e le quantità ritenute ottimali ha evidenziato un'eccessiva disponibilità di azoto nel suolo con conseguente rischio di dilavamento di nitrati e inquinamento della falda acquifera. Solo in poche aziende la disponibilità di azoto minerale è risultata in linea con le esigenze delle piante. Dai risultati delle analisi fogliari è emerso come tutte le aziende presentassero una buona dotazione di macro e micro nutrienti ed è stata riscontrata una correlazione positiva tra la concentrazione di clorofilla e l'azoto nelle foglie durante l'intera stagione vegetativa. La disponibilità di N nel terreno è risultata correlata con la concentrazione di N delle foglie in entrambe le specie. Tuttavia dai dati emersi non è stato possibile mettere in evidenza una correlazione sufficientemente precisa tra la conducibilità elettrica e la concentrazione di N minerale nel suolo, come invece osservato in laboratorio.

Parole chiave: azoto minerale disponibile, sostenibilità, conducibilità elettrica, sonde, concimazione frutteto.

Valutazione di fertilizzanti alternativi da materiali di scarto per la produzione di mele in agricoltura biologica

Malusà E.¹, Zikeli S.², Holtz T.³, Furmanczyk E.¹, Lepp B.², Kelderer M.³, Buchleither S.⁴, Neri D.⁵
eligio.malusa@inhort.pl; sabine.zikeli@uni-hohenheim.de

¹National Research Institute of Horticulture, Skierniewice, Poland

²University of Hohenheim, Hohenheim, Germany

³Centro Di Sperimentazione Laimburg, Auer, Italia

⁴Competence Center for Fruit Growing, Bavendorf, Germany

⁵Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

La fertilizzazione nei frutteti biologici intensivi si basa comunemente su input esterni, risultando in un aumento dei costi di produzione e in impatti ecologici indesiderati. Il soddisfacimento dei fabbisogni di nutrienti delle colture arboree con i fertilizzanti attualmente disponibili, tenendo conto anche dei servizi ecosistemici del suolo, risulta quindi difficile, con rischi di squilibri nutrizionali e bassa efficienza fertilizzante. La diversificazione degli input esterni, includendo fertilizzanti caratterizzati da un basso impatto ambientale, può migliorare le strategie di fertilizzazione. L'utilizzo di materiali di scarto disponibili a livello locale è un'opzione importante che finora è stata utilizzata limitatamente nei frutteti biologici. Una serie di prove pluriennali è stata eseguita nell'ambito di un progetto CoreOrganic Cofund (<http://www.domino-coreorganic.eu/>) che ha coinvolto centri di ricerca italiani ed europei volti a valutare la fattibilità ed efficacia dell'utilizzo di materiali di riciclo disponibili localmente quali fertilizzanti. Fertilizzanti a base di biodigestati, derivati della produzione di lieviti e compost sono stati valutati in meleti siti in Polonia e Germania, confrontandoli con fertilizzanti di riferimento (letame animale, derivati della produzione di zucchero o scarti animali) ed un controllo non fertilizzato. La valutazione della dinamica di mineralizzazione dell'azoto di tali prodotti è stata eseguita in microcosmi per verificare la disponibilità di azoto minerale (N_{\min}) in funzione dei fabbisogni temporali della pianta e confrontata con la disponibilità di azoto nel suolo delle prove di campo. Il rilascio di N_{\min} dai fertilizzanti liquidi (biodigestati e derivati della produzione di lieviti e zucchero) è risultato corrispondere bene alle esigenze nutrizionali dell'albero in primavera, raggiungendo un picco circa 2 o 3 settimane dopo l'applicazione, seguito da una diminuzione costante fino a cinque mesi dopo l'applicazione. Il compost ed il letame hanno evidenziato un tasso di mineralizzazione limitato in condizioni di campo e microcosmo. I livelli di nutrienti fogliari sono risultati generalmente sufficienti con tutti i fertilizzanti utilizzati, anche se in condizioni polacche vicini al limite inferiore per l'azoto. La produzione è risultata in linea con i valori ottimali secondo gli standard dell'agricoltura biologica. In conclusione, si può affermare che i fertilizzanti esaminati possono essere utilizzati nei meleti biologici intensivi quali possibili alternative ai fertilizzanti di uso comune, riducendo nel contempo l'impronta ecologica complessiva della gestione della fertilità.

Parole chiave: biodigestati, scarti di lavorazione animale e vegetale, compost.

Impatto di diverse matrici organiche su parametri qualitativi di mele e kiwi

Barbujani C., Nicoletto C., Forestan C., Rasori A., Sambo P., Bonghi C.

claudio.bonghi@unipd.it

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente. Università degli Studi di Padova. Viale dell'Università, 16. Legnaro (PD). ¹Attuale Indirizzo: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari (DISTAL), University of Bologna, Viale Fanin 44, 40127 Bologna.

Studi sull'impiego come fertilizzanti di matrici organiche, ottenute attraverso il riciclo di vari substrati, hanno dimostrato che esse sono in grado di mantenere adeguati livelli di fertilità nel suolo e di soddisfare le esigenze nutrizionali delle piante da frutto. Il loro effetto, invece, sulle caratteristiche qualitative dei frutti è ancora in via di acquisizione. In questo lavoro, condotto nelle annate 2018-2020, è stato valutato l'effetto di quattro matrici su aspetti qualitativi di mele (cv Granny Smith) e kiwi (cv Hayward), nell'ambito di due differenti tipologie di gestione frutticola: convenzionale e biologica. Le matrici impiegate sono state pollina, compostato verde, digestato e compost spento di fungaia. L'effetto delle matrici sui frutti è stato confrontato con quello prodotto da una concimazione minerale (apporto di 100 Kg N/Ha mediante Urea) per le aziende convenzionali, mentre per le aziende biologiche il confronto è stato effettuato con frutti raccolti da piante non concimate.

Su mele e kiwi, raccolti a maturità commerciale, sono stati determinati parametri merceologici (peso e pezzatura), organolettici (acidità titolabile, solidi solubili, compattezza della polpa, contenuto in amido e indice DA), nutraceutici (fenoli totali e capacità antiossidante espressa come Ferric Reducing Antioxidant Power – FRAP).

Nelle aziende convenzionali e biologiche l'impiego delle matrici non ha determinato differenze statisticamente significative per entrambi i frutti.

Il confronto tra la gestione convenzionale e biologica del meleto ha messo in evidenza che le mele biologiche sono di dimensioni inferiori, con concentrazioni zuccherine più elevate ma minore grado di maturazione alla raccolta. L'analisi delle componenti principali (PCA) conferma la netta separazione tra le mele convenzionali e quelle biologiche. La PCA, inoltre, mette in evidenza per le mele biologiche una maggiore correlazione tra parametri organolettici e nutraceutici quando concimate rispettivamente con compost spento di fungaia e compostato verde.

Nella produzione di kiwi, il confronto tra convenzionale e biologico ha messo in evidenza differenze significative per il peso, il contenuto di fenoli e capacità antiossidante a favore dei kiwi convenzionali. La PCA non permette di dividere nettamente le due modalità di coltivazione. Nonostante ciò, è possibile osservare che la maggiore correlazione tra peso, contenuto totale di polifenoli e FRAP e i kiwi convenzionali è influenzata positivamente dal compost. Sono in fase di completamento le analisi sui campioni raccolti nel 2020 e la determinazione dell'espressione di geni coinvolti nel metabolismo dei carboidrati e polifenoli e di quelli correlati al peso al fine di fornire un quadro più completo sull'impatto dell'uso delle matrici studiate.

Parole chiave: biologico, convenzionale, fertilizzazione, economia circolare.

La scelta della cultivar influenza l'efficienza produttiva e la vigoria in impianti di mandorlo ad altissima densità

Maldera F., Vivaldi G. A., Camposeo S.

francesco.maldera@uniba.it

Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali - Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, Bari

La moderna frutticoltura viaggia sui binari dell'altissima densità (SHD). Questo assioma è stato applicato nell'ultima decade anche all'olivicoltura ed alla mandorlicoltura, riscuotendo un importante successo a livello mondiale. Grazie ai sistemi colturali SHD, infatti, anche in Italia si è tornati ad impiantare mandorlo, con più di mille ettari realizzati negli ultimi sette anni. Questo nuovo sistema colturale necessita di ulteriori studi, al fine di definire tecniche agronomiche efficienti, per poterlo identificare come "sistema ad altissima sostenibilità". Tra queste, la scelta della cultivar costituisce la tecnica cruciale. L'obiettivo della ricerca è stato quello di valutare il comportamento agronomico di due tra le cultivar più utilizzate nei sistemi SHD: Tuono e Lauranne[®] Avijor, innestate sul portinnesto nanizzante Rootpac-20. La ricerca è stata effettuata nel triennio 2017-2019 in agro di Andria, su un giovane mandorleto realizzato nel 2014 con sesto impianto 3,80 m x 1,20 m (2190 alberi/ha), in irriguo. Sono stati valutati i principali parametri biometrici, produttivi, di efficienza produttiva, di efficienza di raccolta meccanica e qualitativi. Avijor ha mostrato maggior vigore e maggiore produzione per ettaro, mentre valori superiori di efficienza produttiva sono stati osservati per Tuono. Le efficienze di raccolta meccanica non sono dipese dalla cultivar, ma dalle dimensioni della chioma in funzione dalla larghezza del tunnel di raccolta della macchina scavallatrice. I parametri di qualità della produzione sono invece risultati fortemente dipendenti dalla scelta varietale. Sono state osservate percentuali di frutti danneggiati maggiori per Avijor, trascurabili per Tuono. La scelta della cultivar risulta quindi una tecnica colturale fondamentale, anche in mandorleti in impianto SHD. La cv Tuono sembra essere la più adatta per una produzione efficiente e sostenibile, in linea con gli obiettivi della moderna frutticoltura. Tale evidenza potrebbe dipendere anche da una relazione con il *terroir*, essendo una cultivar autoctona.

Parole chiave: Tuono, Avijor, SHD, sostenibilità.

Effetti dell'acido salicilico sulla qualità delle mele a polpa rossa "Italian red passion" e le sue interazioni con i pathway degli antociani e della maturazione

Gatti L.¹, Gattabria F.², Ceccantoni B.³, Forniti R.³, Mancinelli R.¹, Ripa M.N.¹, Muleo R¹

gatti@unitus.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università della Tuscia, Via S.C. DeLellis snc, 01100 Viterbo

²Vivai Piante Battistini, via Ravennate 1500, 47522 Cesena (FC) Italia

³Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università della Tuscia, Via S.C. DeLellis snc, 01100 Viterbo

L'acido salicilico (AS) è un fitormone che ha un ruolo di regolazione in numerosi processi fisiologici delle piante. Studi hanno dimostrato la capacità di AS di influire sui parametri qualitativi dei frutti, come la consistenza della polpa, il contenuto di solidi solubili e il contenuto di antociani, migliorando anche la shelf-life grazie ad un'azione inibitoria sulla sintesi dell'etilene e sulla perdita di peso. In questo lavoro sono stati studiati gli effetti dell'AS sui frutti del genotipo M3 di mela a polpa rossa, gruppo *Italian Red Passion*. Il genotipo M3 reca una mutazione nel gene *MYB10*, permissiva della sintesi di antociani nella polpa. Il gene *MYB10* è un fattore di trascrizione del complesso MYB-MIC-WD che regola l'espressione dei geni trascriventi gli enzimi della via di sintesi degli antociani. Le prove hanno riguardato tre trattamenti in campo con cadenza mensile, a partire da 100 giorni dalla piena fioritura, con una soluzione di AS e acido acetil salicilico. Le prove sono state effettuate in due anni successivi. Nel primo anno i campionamenti sono stati a 5 e 13 giorni dall'ultimo trattamento e le analisi hanno riguardato i principali parametri fisico-chimici dei frutti tra cui colore, consistenza, acidità totale e antociani, oltreché l'espressione genica (qRT-PCR), per indagare le connessioni molecolari di AS con il pathway degli antociani, e con geni collegati al pathway dell'etilene, e della risposta ai patogeni. Nel secondo anno con lo scopo di chiarire l'azione dell'AS sui fattori di trascrizione degli antociani i frutti sono stati campionati a 12, 24 e 48h, le analisi si sono incentrate su antociani, polifenoli e sull'espressione genica, in tempi brevi di risposta al trattamento. I trattamenti con AS, hanno incrementato la consistenza e il contenuto di antociani nella polpa rispetto al controllo non trattato, coerentemente con l'espressione dei geni codificanti gli enzimi del pathway della sintesi degli antociani al campionamento del quinto giorno. Nello stesso campionamento l'espressione dei geni *ERF* di risposta all'etilene e *ACO* è risultata downregolata. Nei campionamenti a 12,24 e 48h si sono riscontrati livelli significativamente più elevati di antociani e di polifenoli nei frutti delle piante trattate, con una minore influenza dell'AS sull'espressione dei geni legati alla sintesi di antociani. A 12,24 e 48 ore come a 5 e 13 giorni l'interazione dell'AS con i fattori di trascrizione degli antociani sembra non avere un ruolo chiave nell'aumento del contenuto dei composti. I risultati hanno dunque dimostrato che l'AS può essere impiegato con trattamenti in campo per favorire un aumento di consistenza nei frutti di mela M3 e l'accumulo di antociani nella polpa, aumentando il valore nutrizionale e le qualità salutistiche.

Parole chiave: acido salicilico, mela a polpa rossa, antociani, qualità salutistica, espressione genica.

Effetto dell'incisione anulare del tronco sulla qualità dei frutti di kiwi a polpa gialla

Donati I.¹, Onofrietti C.¹, Spinelli F.^{1*}, Xylogiannis E.²

francesco.spinelli3@unibo.it

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna, Viale G. Fanin 44, 40127 - Bologna

²Zespri International, 400 Maunganui Road, Mt Maunganui, NZ

Il kiwi a polpa gialla (*Actinidia chinensis* var. *chinensis*) è una delle colture frutticole maggiormente redditizie e rappresenta un comparto strategico per la frutticoltura italiana. I principali consorzi di produzione del kiwi giallo classificano al produzione in base a pezzatura e grado di sostanza secca dei frutti. Quest'ultima, infatti, ha una correlazione molto forte con il grado zuccherino alla maturazione e con l'apprezzamento da parte dei consumatori.

Per tale motivo, negli ultimi anni è aumentato l'interesse da parte dei produttori e dei tecnici per le metodologie in grado, in pre-raccolta, di incrementare la sostanza secca nei frutti. L'incisione anulare o girdling può influire positivamente sull'accrescimento del frutto e l'accumulo di sostanza secca. Interrompendo il flusso di fotoassimilati verso le radici, il girdling potrebbe però anche avere effetti cronici sulla salute della pianta e sull'accumulo di sostanza di riserva. Il nostro studio riporta i risultati di 3 anni di ricerca sull'effetto dell'anulatura del tronco sia sulla qualità della frutta e la loro conservabilità, sia sulla ripartizione delle sostanze di riserva nei vari organi della pianta. Le diverse strategie di anulatura hanno incrementato sia la pezzatura, sia il grado di sostanza secca con un effetto diverso a seconda dell'epoca di raccolta (precoce, convenzionale o tardiva). Ciò ha permesso di aumentare non solamente le produzioni medie per ettaro, ma anche il valore commerciale delle produzioni stesse con un'incremento di fatturato per i produttori, al netto delle spese aggiuntive, variabile dal 7 al 44%. Da valutare in un futuro, saranno strategie di armonizzazione del girdling con altre pratiche per aumentare la qualità come la fertilizzazione foliare e l'uso di bioregolatori.

Parole chiave: *Actinidia chinensis* var. *chinensis*, girdling, sostanza secca, pezzatura.

Tecniche colturali in ortofloricoltura

Exploiting waste streams for a circular economy of nutrients in soilless systems

El-Nakhel C., De Pascale S., Roupheel Y.

youssef.roupheel@unina.it

*Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, 80055 Portici, Italy,
christophe.elnakhel@unina.it, depascal@unina.it,*

Reinforcing and optimizing sustainable food production is an urgent contemporary issue. Diminishing the depletion of natural resources is intensively studied, and efforts are exerted towards integrating non-renewable resources such as potassium and phosphorous and energy-costing elements like nitrogen with recycled nutrients when boosting agricultural production. The approach of a closed-loop fertility cycle asserts the necessity for efficient natural resource management. For this purpose, eight urine derivatives (liquid and precipitates) were integrated in the fertilization program of a greenhouse soilless cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cv. Grand Rapids, in order to assess the inputs of this nutrient rich waste stream. Treatments were compared in terms of growth, biometric parameters, SPAD index, minerals and organic acids content. Two solid urine derivatives (K-struvite and urine precipitate-CaO) and one liquid derivatives (ED concentrate) fostered similar growth to the commercial fertilizer. ED concentrate induced a high accumulation of potassium, calcium, malate, citrate and isocitrate while K-struvite induced high accumulation of magnesium when compared to the control. The appraisal of nitrogen- and phosphate-rich organic streams (human urine), in order to sustain chemical fertilization to grow lettuce in soilless systems, showed promising results as the integration of urine derivatives proved feasible. Nonetheless, future research is needed in order to reduce Na and Cl presence in these derivatives, due to their deleterious effects on horticultural crops grown in soilless systems.

Keywords: sustainable fertilization, nutrient recovery, urine precipitate, *Lactuca sativa* L.

Selenium and iodine enrichment of sweet basil and lettuce plants grown in two different hydroponic systems

Puccinelli M.¹, Malorgio F.¹, Pezzarossa B.², Pardossi A.¹, Incrocci L.¹

martina.puccinelli@agr.unipi.it

¹*Department of Agriculture, Food and Environment, University of Pisa, Italy*

²*Research Institute on Terrestrial Ecosystems, CNR, Pisa, Italy*

The goal of this study, conducted on sweet basil and baby-leaf lettuce, was to investigate the effects of two hydroponic techniques (floating system and aeroponics) and the addition of potassium iodide (KI) and sodium selenate (Na_2SeO_4) to the nutrient solution, on plant growth, iodine and selenium content and leaf quality attributes, including the content of pigments, phenols, nitrates, and the antioxidant capacity. Plants of basil and lettuce were supplemented with 50.7 or 8.9 μM of sodium selenate, respectively, and with 20 μM of potassium iodide. Our data revealed that 20 μM of I plus 50.7 μM of Se were not toxic to basil plants in both cultivation system, but 20 μM of I plus 8.9 μM of Se resulted in toxic effects to lettuce plants, reducing the biomass production. Thus, 20 μM of I plus 50.7 μM of Se in the nutrient solution appeared suitable for biofortification of basil, avoiding possible toxic effects. Sweet basil resulted a better candidate for I and Se biofortification in view of the higher I and Se accumulated in the leaves and the lack of plant biomass reduction. The results highlighted that I biofortification was more effective in aeroponics compared to floating system in both species. Se biofortification was more effective in aeroponics only for lettuce plants, since no difference between cultivation system were detected in sweet basil. The consumption of 5 g of leaves of sweet basil grown with 20 μM KI and 50.7 μM of Na_2SeO_4 in the nutrient solution, cultivated with the protocol described in the present experiments, might represent a good I and Se dietary supplement. As for lettuce plants grown with 20 μM KI and 8.9 μM of Na_2SeO_4 , the consumption of 50 g of enriched leaves may be considered a good Se dietary supplement, but it provide a I amount higher than the Recommended Dietary Allowance, even though still below the toxic threshold.

Keywords: biofortification, dietary supplement, leafy vegetables, aeroponics, floating system.

Produzione senza suolo di rucola biofortificata in zinco

D'Imperio M.¹, Gonnella M.¹, Montesano F.F.¹, Parente A.¹, Renna M.¹, Leoni B.², Serio F.¹

francesco.serio@ispa.cnr.it

¹Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, via Amendola 122/O, Bari

²Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Scienze Agroambientali e Territoriali, via Amendola 165/A, Bari

Con il termine biofortificazione si intende il processo finalizzato a migliorare la qualità nutrizionale di una pianta, o di una porzione di essa, mediante l'utilizzo di tecniche che consentono di aumentare il contenuto di elementi minerali e/o di composti organici desiderati, nonché di ridurre la concentrazione di fattori anti-nutrizionali naturalmente presenti nei vegetali. Tra gli approcci utilizzabili per la produzione di ortaggi biofortificati, i sistemi di coltivazione senza suolo sono particolarmente interessanti poiché permettono di gestire in maniera precisa la nutrizione della pianta, modulando l'accumulo o la riduzione di elementi minerali utili/dannosi per la salute umana. Dopo il ferro, lo zinco (Zn) è l'oligoelemento più abbondante nel corpo umano, rappresentando un micronutriente essenziale per numerose attività biologiche associate al metabolismo ed alla trascrizione genica, alla funzione immunitaria e alla regolazione dei fattori di trascrizione, oltre ad essere un cofattore in oltre 300 enzimi. Obiettivo del presente studio è stato quello di incrementare il contenuto di Zn nella porzione edule di rucola (*Diplotaxis tenuifolia* L., cultivar Dallas), applicando livelli crescenti del micronutriente con la soluzione nutritiva (0,13 – controllo, ossia il livello comunemente utilizzato nella produzione di *baby-leaf* da destinare alla IV gamma -, 1,3 e 2,6 mg/L). La concentrazione di Zn nell'acqua di partenza era pari a 70 µg/L. Per evitare la precipitazione di Zn, è stata utilizzata la forma chelata (Zn EDTA, stabile nell'intervallo di pH compreso tra 4 e 7,3) e il pH della soluzione nutritiva è stato controllato giornalmente, correggendolo, se necessario, in modo da mantenerne il valore nell'intervallo compreso tra 5,5 e 6,5. Le piante sono state allevate in vasi (da 4,5 L) riempiti con un miscuglio di torba e perlite (1:3 v/v). Alla raccolta, effettuata il 3 febbraio (63 giorni dopo la semina), è stata calcolata la produzione per vaso (12 piante/vaso) e la sostanza secca; sul materiale vegetale è stato determinato il contenuto di clorofille, carotenoidi, polifenoli totali e principali cationi ed anioni inorganici. La concentrazione di Zn nelle piante di rucola del controllo è stata pari a 0,47 mg/100 g di peso fresco (PF), mentre con 1,3 e 2,6 mg/L di Zn nella soluzione nutritiva la concentrazione del micronutriente è aumentata del 27% e del 46%, rispettivamente. Al contrario, rispetto al controllo, il contenuto di nitrato è risultato più basso utilizzando 1,3 e 2,6 mg/L di Zn (in media, 6.898 vs. 8.461 mg/kg di PF). Il processo di biofortificazione non ha influenzato la produzione e la sostanza secca (in media 32 g/vaso e 7,1 g /100 g di PF).

Parole chiave: senza suolo, rucola, biofortificazione, nitrati.

Effetto della biofortificazione con iodio e molibdeno sulla produttività ed aspetti qualitativi di lattuga ‘Canasta’ coltivata in ambiente protetto

Sabatino L.¹, Mauro R.P.², Consentino B.B.¹

leo.sabatino@unipa.it

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF), Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, ed. 5, 90128 Palermo, Italia

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia, 5, 95123 Catania, Italia

La biofortificazione delle colture orticole può contribuire in modo determinante ad alleviare i gravi problemi di nutrizione derivanti da carenze di micronutrienti. Il molibdeno (Mo) è un elemento traccia essenziale per le piante in quanto è coinvolto in diversi processi metabolici vitali. Inoltre, il cofattore Mo (MoCo) svolge importanti funzioni anche a livello della salute umana, essendo coinvolto nei siti di attivazione di alcuni enzimi come la solfito ossidasi, l'aldeide ossidasi, la xantina ossidasi e la componente mitocondriale amidoxime riducente. Anche lo iodio (I) rientra - a pieno titolo - tra i micronutrienti essenziali per la salute umana in quanto componente degli ormoni tiroidei. La carenza di questo elemento può provocare alcuni malfunzionamenti nel corpo umano. Di fatti, le I-carenze rappresentano la più grande causa di danni cerebrali nel feto e nei neonati e dello sviluppo psicomotorio ritardato nei bambini; altresì, la carenza di I causa gozzo e cretinismo. Sulla base delle precedenti considerazioni, lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare l'effetto interattivo di livelli diversi di Mo (0, 0,5, 2 e 4 $\mu\text{mol L}^{-1}$) e di I (0, 100, 200 e 400 mg L^{-1}) sugli aspetti produttivi, nutrizionali e funzionali della lattuga coltivata in ambiente protetto. I nostri risultati hanno mostrato che sia il Mo, sia lo I, quando somministrati alle dosi più elevate, possono risultare tossici per le piante di lattuga, peggiorando gli aspetti quantitativi e qualitativi della produzione. Tuttavia, livelli di Mo pari a 0,5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ somministrati in combinazione a livelli di I non superiori a 200 mg L^{-1} , hanno incrementato il peso fresco, il diametro al colletto, il numero di foglie, l'altezza delle piante, la percentuale di sostanza secca nonché il contenuto in solidi solubili, i parametri colorimetrici, il contenuto di acido ascorbico e i fenoli totali. La biofortificazione con Mo e I ha incrementato la concentrazione di tali elementi nei tessuti fogliari (effetto diretto della biofortificazione). Inoltre, i trattamenti biofortificanti hanno determinato una riduzione del contenuto di azoto nelle foglie, incrementando, così, la salubrità della produzione. I nostri risultati, pertanto, suggeriscono che livelli moderati di Mo (0,5 $\mu\text{mol L}^{-1}$) in combinazione a 200 mg L^{-1} di I possono migliorare gli aspetti quantitativi e qualitativi della lattuga in ambiente protetto.

Parole chiave: elementi traccia, biofortificazione, aspetti nutrizionali, caratteristiche funzionali, *Lactuca sativa*.

Effetti dell'applicazione di un biostimolante sulle caratteristiche qualitative del pomodoro "cherry" coltivato in serra fredda

Distefano M., Mauro R.P., Cannata C., Leonardi C.

miriam.distefano@unict.it

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, via Valdisavoia, 5 - 95123 Catania

Il pomodoro da mensa (*Solanum lycopersicum* L.) rappresenta in Sicilia una delle principali colture per l'economia territoriale, essendo coltivato su circa 11.000 ha, di cui 3.000 in coltura protetta. In quest'ultima, la più comune configurazione prevede il ricorso ad apprestamenti di protezione caratterizzati da semplicità costruttiva (serre fredde), dislocati per lo più in prossimità delle linee di costa. Ciò rende possibile la realizzazione di cicli in contro stagione, che si distinguono per un rilevante ampliamento della fase produttiva. Quest'ultima interessa anche periodi caratterizzati da regimi termoradiativi non ottimali per la coltura in parola, specie nel periodo invernale, con inevitabili ripercussioni sotto il profilo qualitativo e funzionale del prodotto. Tale aspetto riveste ancor più importanza in considerazione del ruolo preminente del pomodoro quale fonte alimentare di composti nutraceutici come carotenoidi e vitamina E. Pertanto, nell'ottica di rispondere alle crescenti esigenze dei consumatori, esistono fondate motivazioni per la messa a punto di protocolli agronomici finalizzati al mantenimento di elevati standard qualitativi delle bacche di pomodoro, specialmente quando prodotte in condizioni ambientali subottimali. D'altro canto, i biostimolanti rappresentano una recente innovazione in grado di migliorare il profilo nutrizionale di molti ortaggi; tuttavia, l'ampia diversificazione e il dinamismo varietale della pomodoricoltura siciliana, impongono continue acquisizioni sull'argomento, soprattutto in rapporto alle cultivar via via emergenti. Per quanto premesso, nel presente lavoro è stato studiato l'effetto dell'applicazione di un biostimolante (Bioup[®]) sulle caratteristiche qualitative e nutraceutiche di 3 cultivar di pomodoro "cherry" ('Eletta', 'Kaukana' e 'Top Stellina'), di recente diffusione negli areali serricoli regionali. L'applicazione del biostimolante ha prodotto un incremento del peso dei frutti (+16%) e del loro contenuto in sostanza secca (+17%). Per contro, ha ridotto il contenuto in zuccheri (-14%) ed acidi organici totali, specialmente in 'Eletta'. Sotto il profilo nutraceutico, l'applicazione di Bioup[®] ha indotto una maggiore concentrazione di lycopene, β -carotene, tocoferoli e tocotrienoli totali nelle bacche, sebbene con intensità differente in rapporto alla cultivar considerata. Complessivamente, i risultati provano l'efficacia del biostimolante studiato nel migliorare le caratteristiche funzionali del prodotto, anche in condizioni di coltivazione subottimali; tuttavia tali risultati vanno ulteriormente approfonditi in funzione delle caratteristiche della cultivar interessata, con speciale riferimento al contenuto zuccherino delle bacche.

Parole chiave: *Solanum lycopersicum* L., biostimolanti, caratteristiche qualitative, carotenoidi, vitamina E.

Influenza dei fattori di pre-raccolta sulla produzione quanti-qualitativa di basilico genovese destinato all'agroindustria

Ciriello M., Formisano L., Roupael Y., De Pascale S.

michele.ciriello@unina.it

Dipartimento di Agricoltura (DIA), Università Federico II di Napoli, Portici, Italia

Il basilico (*Ocimum basilicum* L.) è coltivato in tutto il mondo per le sue ricercate foglie aromatiche. L'ampia variabilità della composizione biochimica ha garantito a tale erba aromatica una moltitudine di applicazioni culinarie. In Italia, le foglie di basilico genovese sono utilizzate per preparare il "pesto", un condimento che detiene una posizione di rilievo nel mercato dei sughi pronti. La necessità di standardizzare la produzione industriale di questa salsa verde, e il crescente interesse dei consumatori per prodotti alimentari di elevata qualità organolettica e funzionale, ha spinto la comunità scientifica a interessarsi sempre più alla coltivazione del basilico per la produzione di "pesto genovese". A questo scopo, sono state condotte numerose prove sperimentali volte a confrontare le caratteristiche morfologiche e il contenuto di composti aromatici di tre genotipi di basilico genovese (Aroma 2, Eleonora e Italiano Classico) comunemente utilizzati per la produzione di "pesto genovese". Nello specifico, è stato valutato il comportamento produttivo delle 3 cultivar in differenti condizioni di crescita (Pieno campo vs. Floating System) e in risposta a differenti protocolli di coltivazione con l'obiettivo di definire come il sistema produttivo, il taglio e la densità d'impianto influenzino la biosintesi di acidi fenolici e di molecole aromatiche, rispettivamente tramite analisi HPLC e GC/MS. Le differenti risposte ottenute, oltre a sottolineare come i diversi fattori pre-raccolta incidano sia sulla produttività che sulle caratteristiche qualitative chiave, potrebbero fornire all'industria informazioni utili per l'ottimizzazione della produzione del "pesto genovese".

Parole chiave: *Ocimum basilicum* L., idroponica, composti aromatici, acido rosmarinico, effetto taglio.

Innovazione di prodotto e qualità in ortofloricoltura

Selezione di fiori commestibili per la realizzazione di nuovi prodotti commerciali

Marchioni I.^{1,2}, Mascarello C.¹, Pistelli L.^{2,3}, Ariano S.¹, Lanteri A.¹ Copetta A.¹

andrea.copetta@crea.gov.it

¹CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, C.so Inglesi 508, 18038 Sanremo (IM)

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Ambientali e Agro-alimentari, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa

³Centro Interdipartimentale di Ricerca “Nutraceutica e Alimentazione per la Salute” (NUTRAFOOD), Università di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa

L'uso dei fiori come alimento è noto fin dai tempi dei Romani. Attualmente in Italia alcune specie sono comunemente usate in cucina in ricette tipiche della tradizione culinaria, come il fiore di zucca, il carciofo, il cavolfiore, i broccoli, i capperi e lo zafferano, ma il numero delle specie di fiori eduli utilizzati varia a seconda della nazione. Infatti, esistono circa 200 specie di piante sia erbacee sia arboree, annuali o perenni che producono fiori consumati sul pianeta. La popolarità dei fiori commestibili non è legata solo al loro aspetto estetico, ma anche ai loro gusti e sapori unici e intensi, la consistenza e alle loro proprietà nutrizionali, e per questo motivo molti chef li stanno utilizzando come ingredienti. Da alcuni anni presso l'Istituto CREA di Sanremo, sono state valutate le tecniche di coltivazione biologica (priva di fitofarmaci) per la produzione di fiori commestibili. Sono state selezionate di piante ornamentali annuali e perenni, europee o esotiche, maggiormente adatte alla coltivazione in vaso e in serra. Sono state testate numerose specie ornamentali con fiori commestibili per il gusto e colore dei loro fiori. Le piante selezionate erano *Acmella oleracea* (gusto elettrico); differenti varietà di *Agastache* spp. con sapori diversi come anice (*A. mexicana* “Sangria”), limone (*A. aurantiaca* “Sunset Yellow”), liquirizia (*A. foeniculum* “Blue Boa”), menta (*A. hybrida* “Arcado”); *Begonia semperflorens* (gusto acido); *Dahlia* spp.; *Fuchsia regia*; *Hemerocallis* spp., *Mertensia maritima* (gusto di ostrica); *Monarda dydima* “Fire Ball” (origano); *Nepeta x faassenii*; tre varietà di basilico con sapori diversi: cannella (*O. basilicum* “Cinnamon”), limone (*O. x citriodorum*), spezie (*O. basilicum* “Blue Spice”); *Pelargonium odoratum* “Lemon”; *Polianthes tuberosa*; *Rosa* spp.; diverse specie del genere *Salvia* tra cui *S. discolor* (ribes e pinoli), *S. dorisiana* (pesca e albicocca), *S. elegans* (ananas), *S. microphylla* “Hot Lips”, *Tagetes lemonii* (gusto di limone); *Tulbaghia cominsii* (gusto di burro all'aglio); *Tulbaghia simmlerii* (gusto di asparagi all'aglio); *Tulbaghia violacea* (gusto all'aglio) e *Verbena bonariensis*. I fiori delle specie sono stati analizzati circa il loro contenuto di zuccheri solubili, polifenoli, flavonoidi, antociani, carotenoidi, vitamina C e l'attività antiossidante di estratti metanolici. In base alle caratteristiche organolettiche, alla facilità di propagazione e la loro polivalenza, la begonia, il nasturzio e la monarda risultano essere i fiori più idonei per a realizzazione di nuovi prodotti commerciali.

Questa ricerca è finanziata dal Progetto INTERREG-ALCOTRA UE 2014-2020 “ANTEA” (n. 1139), (CUP C12F17000080003) e dal Progetto BIOFIORI (PSR 2014-2020 Regione Liguria).

Parole chiave: Fiori commestibili, coltivazione, propagazione, specie esotiche, analisi nutrizionali.

Selenium enrichment of tomato plants with nanoparticles: improved fruit quality, physiological performance and increased nutraceutical value.

Shiriaev A.¹, Pezzarossa B.², Malorgio F.³, Tonutti P.¹

anton.shiriaev@santannapisa.it

¹*Institute of Life Science, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy*

²*Institute of Ecosystem Study, CNR, Pisa, Italy*

³*Department of Agriculture, Food and Environment, University of Pisa, Pisa, Italy*

Selenium (Se) has several important functions for both humans and plants. At proper concentrations, Se positively affects DNA synthesis, fertility, reproduction, muscle function and immunity response in humans. One billion people on the Earth are having insufficient Se dietary uptake, therefore strategies to improve Se uptake are needed. In plant tissue, Se is well known to increase antioxidant capacity, to affect titratable acidity, weight loss, to delay fruit senescence and loss of firmness. However, the physiological explanations of such effects are still poorly described. As a second most important vegetable crop and well-studied model plant, tomato appears to be the best commodity for producing a Se biofortified fruit for dietary supplementation and for investigating fruit physiological responses of Se enrichment.

In this study, traditional approach to provide Se to plants in form of sodium selenate was compared with innovative use of chemically synthesized nanoparticles (SeNPs), that harbor elemental Se, safer and more bioavailable than Se (IV) and (VI). Tomato plants were hydroponically grown in a greenhouse and sprayed with sodium selenate and SeNPs solution at dose of 0, 5 and 10 mg Se L⁻¹ before fruit entered the mature green stage. Fruit ethylene production, qualitative and visual parameters were monitored during fruit ripening and post-harvest. Volatile organic profiling and NMR analysis were used as non-targeted tools for detecting metabolome changes. Carotenoid content in fruit, and expression of the genes involved in carotenoid biosynthesis were measured.

Se was absorbed by aerial plant organs and re-allocated in different organs, including fruit, where it accumulated. The lowest dose of Se (5 mg L⁻¹) did not affect fruit physiology, whereas spraying plants with 10 mg Se L⁻¹ influenced the accumulation of amino acids, terpenoids, aldehydes, alcohols, carotenoids and their metabolites. Se also affected taste index and titratable acidity. Eight genes involved in carotenoid biosynthesis were downregulated in fruit biofortified with the highest Se concentration. Moreover, Se has impacted synthesis of signaling molecules, odor-related and ripening related compounds in fruit.

Both Se nanoparticles and sodium selenate have been found applicable for the biofortification of tomato. These Se delivering methods increased the nutraceutical properties of tomato fruit, without exceeding the recommended dose for human diet. Additionally, biofortification of tomato fruit with Se improves fruits physiological properties and increased nutraceutical value.

Keywords: selenium, tomato, postharvest, nanoparticles, nutraceuticals.

The acyltransferase *SmAAT* gene is responsible for the alternative presence of D3R or nasunin anthocyanin forms in the eggplant (*S. melongena*) fruit peel

Florio F.E.¹, Gattolin S.^{1,2}, Toppino L.¹, Lo Scalzo R.³, Fibiani M.³, Bassolino L.^{1,4}, Azzimonti M.T.¹, Fadda S.¹, Rotino G.L.¹

francesco.florio@unimi.it

¹CREA Research Centre for Genomics and Bioinformatics, 26836 Montanaso Lombardo, (LO), Italy

²CNR Institute of Agricultural Biology and Biotechnology (IBBA), 20133 Milano (MI), Italy

³CREA Research Centre for Engineering and Agro-food Processing, 20133 Milano, (MI), Italy

⁴CREA Research Centre for Cereal and Industrial Crops (CREA-CI), Bologna (BO), Italy

Eggplant berries are an important source of polyphenolic compounds, mainly represented by chlorogenic acid in the flesh and anthocyanins in the peel. Eggplant displays a wide range of colors reflecting the presence of different anthocyanins. Delphinidin-3-rutinoside (D3R) and delphinidin-3-[p-coumaroylrutinoside]-5-glucoside (nasunin) are the most common eggplant anthocyanins associated, respectively, to the black-purple and lilac colors which are among the most widespread eggplant types. By employing both F2 and RIL populations from the cross '305E40' (DR3-producing type) x '67/3' (nasunin type), we detected a QTL on chromosome E05 associated with the different peel pigmentation (purple vs lilac) and anthocyanin type. By investigating the corresponding region in the genome sequence of '67/3', we spotted the acyltransferase *SmelAAT* as the best candidate gene for the conversion of D3R into nasunin. qPCR analysis revealed that *SmelAAT* is expressed in the fruit peel of both parents mainly at early and commercial ripening stages, but cDNA sequence comparison revealed an allelic single-base-deletion variant in '305E40' causing a predicted premature STOP codon and consequent loss of function of the encoded peptide. T1 progenies of '305E40' and DR2, two D3R-producing lines, transformed with a construct overexpressing the '67/3' form of the *SmelAAT* gene showed nasunin accumulation in the fruit peel, confirming a pivotal role of this acyltransferase in the eggplant anthocyanin decoration. *SmelAAT* overexpression is also associated with higher expression of *Smel5GT1* transcript, putatively involved in the last steps of anthocyanin decoration by glucosyltransferase reaction which, together with the acyltransferase activity of *SmelAAT*, converts D3R to nasunin. An HRM *SmelAAT* marker, perfectly matching with the anthocyanin type in the segregating populations, was validated on a collection of eggplant accessions with different fruit pigmentation proving its usefulness for molecular breeding purposes.

Keywords: *Solanum melongena*, eggplant, anthocyanin, marker assisted selection, delphinidin-3-rutinoside, nasunin.

How to evaluate the hormone-like activity of different protein hydrolysates using phenomics data obtained from laboratory bioassays

Ceccarelli A.V.¹, Cardarelli M.^{2*}, Lucini L.³, Rouphael Y.⁴, Colla G.¹

mteresacardarelli@crea.gov.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

²Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano (SA)

³DiSTAS, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

⁴Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici (NA)

Plant derived-protein hydrolysates are an important category of biostimulants based on a mixture of peptides and amino acids with a positive effect on plant growth and development, as well as on the tolerance to environmental stresses. They contain bioactive compounds with hormone-like activity and precursors of phytohormone biosynthesis, and therefore they can affect plant metabolism and different physiological processes. The availability of laboratory-based bioassays for the determination of hormone-like activity is a substantial aspect for evaluating the efficacy of different protein hydrolysates on vegetable crops. Bioassays must be rapid, repeatable, effective, and must also provide physiological and/or morphological responses linked to specific hormone activity.

Specific laboratory bioassays have been identified and optimized to investigate several hormone-like activity of vegetal-derived protein hydrolysates on root development (auxin-like activity), hypocotyl elongation (gibberellin-like activity), cotyledon expansion and chlorophyll degradation (cytokinin-like activity).

In this study, to investigate auxin-like activity of vegetal-derived protein hydrolysates we conducted *Root Test of Tomato Cuttings* based on the key role of auxin molecules promoting formation of adventitious roots on the stem. For gibberellin-like activity we performed *Lettuce Hypocotyl Elongation Test* in which gibberellins express their contribute to hypocotyl elongation. Concerning cytokinin-like activity we used both *Cucumber Cotyledon Expansion Test*, to analyze the involvement of cytokinins in regulation of cell division and plant organ development, and *Cucumber Cotyledon Chlorophyll Degradation Test* showing the key role of cytokinins to inhibit foliar senescence. Phenomics data have been integrated with metabolomic analysis confirming as protein hydrolysates interfere with signaling and response pathways thereby representing an important player in cell-to-cell communication networks.

Increasing doses of indolacetic acid, gibberellic acid and kinetin (known growth regulators) were also applied to tomato cuttings, lettuce hypocotyls and cucumber cotyledons, respectively, and the obtained results were directly proportional to the hormone dose, confirming the effectiveness of bioassays in determining hormonal activity.

Keywords: biostimulants, tomato cutting, cotyledon expansion, chlorophyll.

Propagazione

Effetti della biofortificazione con selenio su espianti di olivo coltivati *in vitro*

Regni L.¹, Micheli M.¹, Palmerini C.A.¹, Del Pino A.M.¹, Pilli M.¹, D'Amato R.¹, Businelli D.¹, Facchin S.L.¹, Peruzzi A.¹, Pacheco P.², Proietti P.¹

luca.regni@unipg.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Ambientali (Università degli Studi di Perugia, via Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, Italia)

²Instituto de Química de San Luis, INQUISAL, Centro Científico-Tecnológico de San Luis (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas – Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera, San Luis, Argentina)

Il selenio, se somministrato a concentrazioni appropriate, promuove la crescita delle piante, la vitalità del polline, la conservabilità dei prodotti e la resistenza agli stress abiotici grazie alla sua attività antiossidante. Nella presente sperimentazione è stato valutato l'effetto di diversi dosaggi di selenio, somministrato sotto forma di selenato di sodio (Na_2SeO_4) sulla proliferazione *in vitro* di espianti di due cultivar di olivo: 'San Felice' e 'Moraiolo'. Gli espianti sono cresciuti in condizioni asettiche utilizzando il substrato *Olive Medium* (OM), con l'aggiunta di 4 mg l⁻¹ di zeatina, 30 g l⁻¹ di saccarosio e 7 g l⁻¹ di agar. Per entrambe le cultivar, sono stati rilevati gli effetti di diverse concentrazioni di Na_2SeO_4 (0, 10, 20, 40 e 80 mg l⁻¹), somministrato in misura di 10 ml per ogni vaso sotto forma di soluzione acquosa filtrata sulla superficie del substrato agarizzato, dopo il posizionamento di espianti binodali subapicali. I rilievi sono stati effettuati nel corso di tre subcolture successive. Nella seconda e nella terza subcoltura sono stati utilizzati solo quelle concentrazioni di Na_2SeO_4 che in prima subcoltura hanno garantito un adeguato numero di espianti riutilizzabili. Al termine dei 45 giorni di coltura, sugli espianti è stato effettuato il rilievo dei seguenti parametri: vitalità, numero e lunghezza dei germogli prodotti, numero di nodi prodotti, presenza di callo, peso fresco e secco, quantità di selenio totale assorbita. Dai risultati è emerso che le due cultivar di olivo hanno risposto in maniera differente alle diverse concentrazioni di Na_2SeO_4 . Nella cultivar San Felice i dosaggi di 20 e 40 mg l⁻¹ di Na_2SeO_4 hanno incrementato il numero e la lunghezza dei germogli e il peso fresco e secco degli espianti. Per la cultivar Moraiolo, invece è stato osservato un effetto positivo ai dosaggi di 20 e 40 mg l⁻¹ di Na_2SeO_4 , solo in prima subcoltura su lunghezza dei germogli, peso fresco e secco degli espianti. Pertanto, i dosaggi ottimali di Na_2SeO_4 , sembrano essere pari a 10 e 20 mg l⁻¹ per la cultivar Moraiolo e pari a 20 e 40 mg l⁻¹ per la cultivar San Felice, mentre il dosaggio di 80 mg l⁻¹ è stato mal tollerato da entrambe le cultivar. In generale, l'effetto benefico del selenio sull'accrescimento e la vigoria degli espianti sembra attenuarsi con il procedere delle subcolture e ciò suggerisce una sorta di effetto di "adattamento" degli espianti alla sua presenza. Il presente studio mette per la prima volta in evidenza la possibilità di utilizzare le colture *in vitro* come supporto biotecnologico per studiare la biofortificazione con selenio delle piante arboree.

Parole chiave: *Olea europaea*, micropropagazione, selenio, biofortificazione.

Impiego di composti polifenolici come potenziali marcatori per la precoce identificazione di compatibilità d'innesto in *Castanea* spp.

Gamba G.^{1,2}, Donno D.^{1,2}, Mellano G.M.^{1,2}, Beccaro L.G.^{1,2}

giovanni.gamba@unito.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, 10095 Grugliasco (TO), Italy

²Centro Regionale di Castanicoltura del Piemonte, Regione Gambarello 23, 12013 Chiusa di Pesio (CN), Italy

L'innesto è una tecnica di propagazione largamente impiegata per la produzione di piante da frutto che assicura qualità delle produzioni, resistenza a malattie e parassiti e adattabilità alle condizioni ambientali.

Generalmente marza e portinnesto appartengono alla medesima specie botanica, ma non è raro l'innesto di genotipi di specie differenti. Tuttavia, unioni interspecifiche possono determinare fenomeni di incompatibilità che compromettono in tutto o in parte la sopravvivenza della pianta.

L'incompatibilità d'innesto si presenta precocemente, ma combinazioni incompatibili possono svilupparsi per diversi anni prima di mostrare sintomi evidenti. La disponibilità di tecniche predittive del livello di compatibilità è quindi di grande interesse e fondamentale strumento di supporto per la selezione di nuovi genotipi.

Negli ultimi anni la ricerca si è concentrata sullo studio di questo fenomeno e risultati interessanti sono stati ottenuti analizzando il ruolo dei composti polifenolici nella compatibilità d'innesto in numerose specie come *Pyrus communis* L., *Vitis* spp. e *Prunus* spp. Queste molecole vengono prodotte in maniera abbondante durante la fase di *callusing* e il loro accumulo può determinare effetti marcati sulla crescita e sul metabolismo dei germogli. Un'analisi quali-quantitativa approfondita di tali metaboliti secondari è quindi di grande importanza per valutare il loro ruolo come marcatori di compatibilità.

L'obiettivo del presente lavoro è quello di analizzare l'espressione polifenolica in combinazioni compatibili ed incompatibili di *Castanea* spp., genere su cui non sono presenti studi.

La ricerca ha previsto l'innesto di cultivar di *Castanea sativa* e *C. mollissima* su diversi portinnesti clonali e da seme, derivanti da incroci di *C. sativa*, *C. crenata*, *C. mollissima* e *C. pumila*, al fine di ottenere combinazioni dal livello di compatibilità/incompatibilità noto ed ignoto.

I campioni sono stati prelevati sopra, sotto e sul punto d'innesto in due fasi fenologiche (germogliamento e fine ciclo vegetativo), preparati attraverso estrazione ad ultrasuoni ed analizzati mediante HPLC.

I risultati hanno permesso di definire profili specifici per acidi benzoici, catechine e tannini. In particolare, acido gallico e catechina sono risultati essere i due composti maggiormente correlati al livello di compatibilità nelle combinazioni esaminate, essendo presenti in quantità quasi doppie sul punto d'innesto di combinazioni incompatibili.

I risultati, seppur preliminari, indicano la potenziale applicabilità di questo protocollo per la separazione e quantificazione dei principali composti polifenolici, utili come marker per definire la precoce valutazione del livello di compatibilità d'innesto.

Parole chiave: incompatibilità, castagno, polifenoli, portinnesti clonali.

Multiple criteria-based screening of *Trichoderma* spp. for biological seed treatments

Cardarelli M.¹, Ceccarelli A.V.², Coppa E.², Pane C.¹, Bonini P.³, Colla G.²

mteresa.cardarelli@crea.gov.it

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano (SA)

²Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

³oloBion, Barcelona, Spagna

Trichoderma spp. belong to a class of *Plant Growth Promoting Fungi* is able to establish a complex interaction with their plant host. Fungal mycelium secretes different compounds comprising volatile and non-volatile substances, small peptides, and diffusible molecules with auxin-like activity and other bioactive molecules which may modulate seed germination and plant growth and development. Moreover, *Trichoderma* spp. can promote nutrient and water uptake in plants and boost crop resistance to abiotic stress. The objective of the present study was to investigate the effects of sixteen *Trichoderma* strains (belonging to *Trichoderma atroviride*, *T. virens*, *T. longibrachiatum* and *T. harzianum* species) on root structure and seedling growth through *in vitro* (Experiment A) and *in vivo* bioassays (Experiment B).

In experiment A, tomato seeds were placed on MS agar in Petri dish and 1×10^6 *Trichoderma* spp. spores were inoculated below the growing root tips. After 7 days under a growth chamber at 25°C with a 16-h photoperiod, an image analysis system was used for measuring physical characteristics of fine roots. *T. atroviride* strains Ta56, Ta117, TATU, Tat11 and *T. longibrachiatum* strain Tl41 revealed a good ability to promote primary root growth and lateral root branching compared to control whereas *T. harzianum* strain THCB1 inhibited secondary root formation; *T. atroviride* strain Ta104, Ta116, Tat3 and *T. harzianum* strain Tl23 were also assessed but results did not currently provide clear informations in the tested conditions.

In experiment B, *Cucumis sativus* seed were externally treated with the strains Ta56, Ta117, TATU, Tat11 and Tl41 at the inoculation dose of 1×10^4 spores/seed and sown in polystyrene plug trays on a sterile substrate (sand: peat; 1:1) (25°C; 16-h photoperiod). Germination percentage has been detected and early seedling growth was determined after 11 days by measuring plant height, fresh and dry biomass of shoots and roots, leaf area, root development (total length, root number, root volume, root density), and vigor index. The strains Ta56, Ta117, TATU significantly boosted germination in the first few days of incubation and also promoted length and volume of roots compared to control (non-inoculated). At the end of experiment, an increased shoot and root biomass production was highlighted for treatments with strains Ta56, Ta117, TATU belonging to *T. atroviride*. Biological seed treatments by using *Trichoderma* strains were also evaluated by measuring chlorophylls and carotenoids, antioxidant enzyme activities and malondialdehyde as biomarker for oxidative stress in leaves.

In conclusion, the results revealed a *Trichoderma* strains-plant specific interaction with significant biostimulant action of *Trichoderma* strains Ta117 e TATU.

Keywords: germination, cucumber, *in vitro* assay, seed treatment, plant growth promotion.

Impiego di compost derivante da residui della filiera vitivinicola per la produzione vivaistica di piantine di pomodoro e lattuga

Consentino B.B.¹, Mauro R.P.², Sabatino L.¹

leo.sabatino@unipa.it

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF), Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, ed. 5, 90128 Palermo, Italia

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia, 5, 95123 Catania, Italia

La torba rappresenta il substrato organico di maggiore impiego nel vivaismo orticolo, in quanto possiede caratteristiche chimico-fisiche ideali per la germinazione dei semi e l'allevamento delle piantine nei contenitori alveolati. Tuttavia, l'elevato impatto ambientale determinato dallo sfruttamento delle torbiere ha destato negli ultimi anni sempre maggiori critiche e, conseguentemente, una tendenza verso la ricerca di substrati alternativi a questo materiale, considerato non rinnovabile. Sebbene varie problematiche ancora ne limitino l'uso, il compost può rappresentare una valida alternativa alla torba nella produzione di miscugli impiegati nell'ortovivaismo. Derivato dal processo di bioconversione aerobica di biomasse di varia natura, il compost comprende prodotti con caratteristiche fisiche e chimiche molto variabili. Considerato che i compost derivati dall'impiego di biomasse vegetali hanno maggiore potenzialità nel settore orticolo, lo scopo della presente ricerca è stato quello di valutare due compost ottenuti da residui della filiera vitivinicola e realizzati con o senza l'applicazione di batteri cellulolitici. I compost sono stati testati in combinazione alla torba secondo rapporti volumetrici diversi (torba:compost v:v: 100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80 e 0/100) per la produzione vivaistica di piantine di lattuga e pomodoro. Il miscuglio con rapporto torba/compost 80/20, indipendentemente dall'impiego di batteri cellulolitici, ha consentito di ottenere piantine di entrambe le specie caratterizzate da altezza, numero di foglie, peso fresco e secco delle radici, delle foglie e del fusto, comparabili alle piantine allevate su torba. Mentre il miscuglio torba:compost 60/40 ha garantito performance vivaistiche accettabili, i miscugli 20/80 e 0/100, hanno determinato una riduzione significativa di tutti i parametri precedentemente descritti. Nell'insieme, i risultati suggeriscono che, indipendentemente dall'inoculazione con batteri cellulolitici, i miscugli torba/compost 80/20 e 60/40 consentono buone performance delle piantine e una maggiore sostenibilità del processo vivaistico.

Parole chiave: compost, batteri cellulolitici, vivaismo orticolo, *Solanum lycopersicum*, *Lactuca sativa*.

Biodiversità e germoplasma

Gestione integrata dell'agro-biodiversità orticola in Puglia: il caso studio del Carciofo di Lucera

Signore A., Di Giovine F., Santamaria P.

angelo.signore@uniba.it

Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Amendola 165/A, 70126 Bari.

La Puglia è una delle più importanti regioni per la coltivazione di ortaggi in pieno campo in Italia, rappresentando il 22% della superficie (70.340 ha) ed il 18% della produzione (1.413.304 tonnellate) e nazionali. La sua importanza per la produzione orticola deriva sia dalla coltivazione di cultivar commerciali sia dal grande patrimonio di agro-biodiversità che essa contiene, in particolare varietà locali (VL). Sfortunatamente, l'agro-biodiversità orticola è stata (ed è tuttora) erosa a causa di fattori diversi.

Per invertire tale tendenza, la Regione Puglia ha adottato diverse misure con lo scopo di identificare e proteggere le VL a rischio di erosione genetica tramite la loro coltivazione. Le VL presentano uno specifico adattamento alle condizioni ambientali e di coltivazione di una specifica area e sono fortemente collegate alle tradizioni ed alla cultura locali, dove sono state sviluppate. Inoltre, le VL possono avere un valore sia commerciale sia culturale, dal momento che possono fornire un prodotto con un elevato profilo nutrizionale, che si riflette in diverse indicazioni geografiche (DOP, IGP, STG), che rappresentano una sorta di biglietto da visita, dal momento che tali indicazioni denotano "il collegamento fra territorio, cultura ed agricoltura".

Inoltre, la Regione Puglia ha finanziato alcuni progetti di ricerca per bloccare i processi di erosione genetica e, nell'ambito del progetto BiodiverSO, presentiamo il caso studio della caratterizzazione del Carciofo di Lucera, per il quale sono state considerate otto differenti attività (storia, recupero, conservazione – *in situ* ed *ex situ*, caratterizzazione, risanamento, banche dati e redazione di schede). I principali risultati indicano che il Carciofo di Lucera ha una storia molto antica, indicando che la data di coltivazione del carciofo in Italia potrebbe essere anticipata di circa 200 anni rispetto a quanto riportato in letteratura. La caratterizzazione morfologica, molecolare e produttiva ha consentito di escludere che una delle tre risorse recuperate sia effettivamente il Carciofo di Lucera, varietà tardiva che produce un capolino principale ovale e altri 3-4 capolini secondari/terziari per pianta.

Infine, le attività svolte nell'ambito del progetto BiodiverSO hanno consentito di recuperare, caratterizzare e conservare *ex situ* questa importante risorsa genetica preservandola da una probabile estinzione.

Parole chiave: recupero, PSR, Puglia, BiodiverSO.

L'analisi della diversità genetica e fenotipica di germoplasma di pomodoro coltivato in condizioni di agricoltura biologica rivela nuove regioni genomiche alla base di caratteristiche produttive, qualità dei frutti e architettura delle radici

Tripodi P.¹, Campanelli G.², Diez M.J.³, Sestili S.², Palma D.², Dattoli M.A.², Soler S.³, Prohens J.³, Cardi T.¹

pasquale.tripodi@crea.gov.it

¹CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Pontecagnano (SA), Italia

²CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Monsampolo del Tronto (AP), Italia

³Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, Spain

Le aspettative del sistema agricolo nei prossimi decenni legati all'incremento demografico e cambiamenti climatici richiedono la salvaguardia dell'ambiente attraverso filiere agroalimentari in grado di garantire produzioni sicure. In tale contesto, l'attenzione all'agricoltura biologica come sistema in grado di ridurre al minimo l'eccesso di prodotti di sintesi chimica ha determinato in modo sostanziale l'incremento di superfici dedicate con l'Italia prima tra i paesi nell'Unione Europea. Il pomodoro è una specie modello tra le ortive e tra le più importanti per importanza nutrizionale, produzione ed indotto economico. Per tale coltura, le attività di selezione e miglioramento genetico hanno portato allo sviluppo di un ampio panorama di diversità varietale. Tali attività hanno principalmente riguardato il settore convenzionale caratterizzato da condizioni di *input* elevati, mentre minori tentativi sono stati effettuati per l'agricoltura biologica. Per colmare tale divario nonché per studiare le base genetiche di caratteri di interesse agronomico, sono stati selezionati circa 250 genotipi comprendenti varietà tradizionali tra cui linee da serbo e cultivar per il mercato fresco. La collezione reperita da 40 areali mondiali è in grado di racchiudere un'ampia variabilità per caratteristiche morfologiche, produttive e nutrizionali. Lo studio delle caratteristiche genetiche è stato effettuato con tecnologie di "next-generation sequencing" in grado di sviluppare oltre 35,000 marcatori su tutto il genoma. Le analisi di struttura di popolazione hanno permesso individuare alcune regioni genomiche sotto selezione nelle tipologie da serbo, in grado di adattarsi a condizioni di stress abiotico. La collezione è stata successivamente caratterizzata in ambiente biologico in due paesi del bacino del Mediterraneo: Spagna e Italia. La fenotipizzazione ha riguardato circa 37 caratteri fenotipici relativi all'architettura della pianta, le performance agronomiche e la struttura radicale. Sono state individuate cultivar promettenti in termini di produttività con peso della bacca oltre 600 grammi e produzioni di circa 8 kg/pianta, e caratteri legati alla qualità come contenuto di solidi solubili fino a 10 gradi brix. L'associazione dei caratteri genotipici e fenotipici con approcci di "genome-wide association mapping" ha permesso di individuare in entrambi gli ambienti regioni genomiche di interesse alla base del miglioramento delle caratteristiche produttive e qualitative per un totale di 47 associazioni su 15 caratteri. I risultati del presente studio forniscono nuove informazioni sulle performance di cultivar di pomodoro in ambiente biologico gettando le basi per lo sviluppo di nuovi marcatori legati ai geni candidati da utilizzare nella selezione assistita.

Parole chiave: pomodoro, agricoltura biologica, fenotipizzazione, analisi genomiche.

Valutazione dell'interazione tra diverse combinazioni di specie erbacee perenni ornamentali nel contenimento delle infestanti

Pomatto E., Devecchi M., Larcher F.

enrico.pomatto@unito.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), Italia

Tra gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti dall'Organizzazione delle Nazioni Unite nell'Agenda 2030 vi è una particolare attenzione alla pianificazione di città sostenibili ed inclusive in cui il benessere umano e l'incremento della biodiversità rivestono un ruolo importante. La progressiva espansione delle città determina una sempre crescente necessità di progettare aree verdi in grado di fornire servizi ecosistemici ed apportare benefici ambientali, sociali ed economici. Anche la pandemia ha reso più evidente il bisogno di aree verdi di prossimità da parte dei cittadini. Oltre a ricercare il bello e l'aspetto ornamentale, è importante individuare soluzioni multifunzionali per città più resilienti. In quest'ottica si pone particolare attenzione anche all'aspetto gestionale, creando spazi con basse esigenze manutentive. Le specie erbacee perenni rappresentano un'ottima opportunità e sono ancora poco utilizzate nei nostri contesti urbani italiani. Scopo della ricerca è la valutazione di combinazioni di specie erbacee perenni ornamentali al fine di individuare le migliori soluzioni in grado di diminuire le esigenze dal punto di vista della manutenzione e del controllo delle infestanti. Per la prova sperimentale – allestita nella primavera 2019 – sono state selezionate 6 specie caratterizzate da portamento tappezzante e copri-suolo o cespitoso ed eretto: *Hemerocallis stella de oro* (A), *Sedum spurium* John Creech (B), *Tulbaghia violacea* (C), *Phlox subulata* Trot Pink® (D), *Potentilla newmanniana* (E) e *Gaillardia aristata* Kobold (F). Il campo sperimentale è stato suddiviso in 32 parcelle (4 m² l'una) contenenti: i) una coppia di una cespitosa ed una tappezzante: AB, CD, EF; ii) due coppie: AB+CD, AB+EF, CD+EF; iii) tre coppie AB+CD+EF; iv) testimone senza piante ornamentali. Sono state previste quattro ripetizioni per ogni combinazione in un campo sperimentale randomizzato. Le parcelle sono state pacciamate col lapillo vulcanico e sono state dotate di un impianto di irrigazione di soccorso. Sono stati effettuati tre rilievi sulla vegetazione infestante per ogni stagione vegetativa. La porzione epigea delle infestanti è stata essiccata in stufa e sono stati misurati i pesi secchi. Verranno discussi i risultati preliminari relativi ai primi 2 anni di rilievi. Tutte le parcelle presentavano un grado di infestazione più o meno evidente. *Gaillardia aristata* Kobold ha dimostrato un pronto effetto coprente il primo anno ma una forte regressione il secondo. La coppia CD ha dato nel secondo anno i migliori risultati in termini di contenimento delle infestanti. Lo studio consentirà di individuare le migliori soluzioni per un verde urbano sostenibile, in grado di mantenere il suolo sempre coperto e migliorare la valenza ornamentale degli spazi verdi urbani.

Parole chiave: bassa manutenzione, florovivaismo, biodiversità, sostenibilità, aree verdi.

Fiori spontanei eduli della flora piemontese

Scariot V., Demasi S., Caser M., Falla N.M.

valentina.scariot@unito.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Torino

Fiori ed infiorescenze commestibili rappresentano da secoli un elemento chiave dell'alimentazione in molte aree del mondo. Alcune di queste usanze, un tempo confinate alle popolazioni rurali, sono sopravvissute, anche se marginalmente, ai giorni nostri e sono state recentemente riprese in quanto i fiori eduli aggiungono colore, sapore, gusto e fascino visivo alle preparazioni alimentari. Non solo, studi recenti hanno dimostrato che i fiori eduli posseggono numerose proprietà funzionali ascrivibili ai composti bioattivi, presenti in misura variabile a seconda della specie e delle condizioni di coltivazione, conservazione e trasformazione, quali vitamine e polifenoli a cui è legata l'attività antiossidante di questi prodotti.

Negli ultimi anni quindi i settori della floricoltura e dell'orticoltura hanno mostrato prospettive di convergenza ed integrazione verso una filiera volta a concepire i fiori eduli come prodotto innovativo e dalle interessanti prospettive di mercato. Un prodotto che necessita però di approfonditi studi per definirne la qualità, che dipende dalla specie, dai protocolli di coltivazione utilizzati e dalla conservazione in postraccolta.

Benché le specie maggiormente prodotte e commercializzate a scopo edule siano una decina (*Calendula officinalis* L., *Hibiscus rosa-sinensis* L., *Rosa* spp., *Tagetes* spp., *Tropaeolum majus* L. e *Viola* spp.), quelle commestibili sono molto numerose, sia coltivate che spontanee. Su queste ultime si è focalizzato il presente studio, condotto nell'ambito del progetto Interreg Alcotra Antea, che ha previsto innanzitutto l'analisi dei principali composti bioattivi e dell'attività antiossidante di 22 specie della flora spontanea piemontese. Su di una selezione, sono stati quindi indagati aspetti propagativi, colturali e di conservazione post-raccolta; oltre che definiti i profili sensoriali. I risultati hanno permesso di ottenere informazioni utili al fine di sostenere e valorizzare un mercato in rapida crescita, con ampie possibilità di sviluppo.

Parole chiave: fiori commestibili, composti bioattivi, attività antiossidante, profili sensoriali, post-raccolta.

Post-raccolta

Valutazione dell'applicazione di *edible coating* sulla qualità dei frutti di ficodindia in IV gamma

Liguori G., Greco G., Cannatella M., Garofalo G., Settanni L., Inglese P.

giorgia.liguori@unipa.it

Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Forestali (SAAF) – Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze ed. 4 ingresso H - 90128 Palermo (Italy)

Il consumo di frutta fresca e ortaggi in IV gamma è notevolmente aumentata nel corso degli ultimi anni grazie alla notevole facilità al consumo e alla notevole importanza che il consumatore attribuisce al cibo sano. Tuttavia, il punto di debolezza più grande di questi prodotti risiede nella loro elevata deperibilità, infatti durante il periodo di conservazione della frutta fresca in IV gamma la perdita di consistenza, peso e aroma portano ad un decadimento qualitativo del prodotto molto rapido. Inoltre, l'imbrunimento ed i fenomeni di senescenza associati alle operazioni di taglio limitano il consumatore all'acquisto dei frutti in IV gamma. Una delle strategie più utilizzate per estendere la shelf life dei frutti in IV gamma è l'applicazione di rivestimenti edibili. Lo scopo di questo lavoro è stato studiare l'effetto dell'applicazione della mucillagine estratta da cladodi di *Opuntia ficus-indica*, sulla conservazione di frutti di ficodindia in IV gamma. La ricerca è stata condotta su frutti di ficodindia in IV gamma della cv *Gialla*, i frutti sono stati sterilizzati, sbucciati e trattati, mediante la tecnica dello *spray drying*, con la mucillagine del ficodindia estratta dai cladodi. Al termine dell'applicazione i frutti trattati con *edible coating* e quelli non trattati (controllo) sono stati posti all'interno di vaschette in PET e conservati alla temperatura di $4 \pm 0,5$ °C con RH al 95% per 9 giorni. Alla raccolta e ad intervalli regolari, sui frutti sono state effettuate le analisi chimico-fisiche, microbiologiche, l'analisi sensoriale, ed è, inoltre, stato monitorato il calo peso e valutato il visual score (5-1). L'analisi sensoriale è stata effettuata da un panel addestrato composto da 10 giudici che hanno individuato e valutato i principali descrittori del ficodindia, utilizzando una scala edonica (1-10).

L'*edible coating* ha avuto un forte effetto barriera sui frutti di ficodindia in IV gamma, i frutti trattati hanno infatti mostrato valori di calo peso più che dimezzati al termine della conservazione. Il *coating* a base di mucillagine di ficodindia ha influenzato positivamente sia i parametri qualitativi che quelli sensoriali e ha fortemente limitato la proliferazione batterica. I risultati ottenuti hanno mostrato che l'applicazione di *edible coating* a base di mucillagine estratta da cladodi di *O. ficus-indica* ha esteso significativamente la shelf-life dei frutti in IV gamma, ha limitato il calo peso e ha mantenuto le caratteristiche qualitative e sensoriali, possiamo quindi affermare che l'applicazione di rivestimenti edibili naturali a base di mucillagine di ficodindia può essere una soluzione efficace per limitare il decadimento qualitativo dei frutti di ficodindia in IV gamma ed è applicabile anche su altre tipologie di frutti.

Parole chiave: *Opuntia ficus-indica*, film edibili, mucillagine, fresh cut.

Pre-processing low temperature treatment on different olives cultivar for oil production

Vendrell Calatayud M., Brizzolara S., Tonutti P.

m.vendrellcalatayud@santannapisa.it

Institute of Life Sciences, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy. Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italy

Global warming is predicted to have a negative effect on plant development due to the harming impact of high temperatures. These impacts involve the high temperature of the fruit that can trigger an autoxidative process in addition with an increase of the respiration rate. To mitigate these negative effects of environmental higher temperature and modify the quality of the oil, low temperature post-harvest treatments (1°C for 30 seconds) have been tested in different *Olea europaea* L., cultivars (Frantoio, Leccino and Morellino). The trial has been performed immediately before the crashing stage, the in two consecutive growing seasons (2019 and 2020). Oil volatile and non-volatile metabolites have been analyzed by H-NMR and HS-SPME-GC/MS approaches. In addition, oil sensory traits were determined by means of panel test. Low temperature treatment seems to induce different effects in different cultivars, suggesting a genotype-dependent response. Low temperature applied on Frantoio and Morellino leads to oil characterized by C₆ aldehydes, which are linked to herbal/green flavor. In contrast, Leccino cultivar showed a less pronounced effect of its volatiles, showing a decrease of several positive considered aromas. Generally, oil made from cooled olive showed a decrease of 1-penten-3-ol, 1-penten-3-one and ethyl alcohol, generally associated with oil off flavours. Our results suggest that low temperature applied on fruit just before crushing by reducing oil off-flavours related compounds and increasing green and fresh attributes, can have important benefits for oil quality.

Keywords: Olive oil quality, VOCs, NMR, olive ripening, pre-processing conditioning.

Effetto della frigoconservazione sulla qualità di arance Tarocco e nuovi ibridi di mandarino

Strano M.C., Caruso M., Di Silvestro S., Fabroni S., Licciardello C., Timpanaro N., Allegra M., Pietro Paolo D., Salonia F., Mangiameli S., Russo G.

mariaconcetta.strano@crea.gov.it

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA), Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024, Acireale, Italy.

Lo studio dell'attitudine alla frigoconservazione degli agrumi è stato intrapreso negli ultimi decenni presso il CREA di Acireale, in seguito all'aumentata richiesta da parte dei mercati di oltreoceano di arance pigmentate. Nell'ambito di questa tematica di ricerca è stata effettuata l'analisi delle caratteristiche qualitative di 16 selezioni clonali di Tarocco a maturazione tardiva, al fine di individuare quelle con migliore attitudine alla frigoconservazione per un periodo di tempo prolungato. Alle medesime analisi sono stati sottoposti anche 6 nuovi ibridi di mandarino apireni, rilasciati dal CREA, per favorire l'innovazione di prodotto nell'ambito della filiera agrumicola.

I frutti, provenienti dall'azienda sperimentale Palazzelli (Lentini, SR) del CREA, subito dopo la raccolta sono stati selezionati per assenza di difetti e conservati a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e 85-90% di umidità relativa (UR). I frutti di Tarocco sono stati conservati per 60 giorni, gli ibridi per 40 giorni, seguiti da 7 giorni di *shelf-life* a 20°C e 75% di UR, al fine di simulare le condizioni di commercializzazione. Ad intervalli prestabiliti, specifici per le due prove sperimentali, sono stati valutati il calo peso, la presenza di marciumi primari (*Penicillium digitatum* e *P. italicum*) e secondari (agenti minori), e la suscettibilità alle fisiopatie (dermatosi e necrosi peripeduncolare). A partire dalla raccolta (T0) sono stati inoltre valutati i seguenti parametri chimico-fisici: colore della buccia e della polpa, deformazione, elasticità, consistenza, resa in succo, SST, pH, AT e contenuto in antocianine.

I risultati ottenuti per le arance hanno evidenziato una variabilità significativa riguardo alla suscettibilità alle fisiopatie, con valori più elevati a fine *shelf-life* (T60+7) sia per l'indice del danno da freddo (range 0.0-0.6) che per la necrosi peripeduncolare (range 0-63%). I valori di calo peso sono rimasti contenuti (<5%) entro i primi 30 gg di conservazione, arrivando fino a valori di 10.0-14.3% a T60+7. Variazioni rilevanti sono state registrate per la consistenza dei frutti, in calo durante la conservazione (da 2,58-5.28 a T0 fino a 2.56-4.41 a T60+7) e per l'incremento del contenuto di antocianine (da 1,67-39,71 a T0 fino a 30,47-114,86 mg/L a T60+7). Le selezioni di Tarocco che hanno mostrato minore suscettibilità alle fisiopatie e minore decadimento qualitativo sono state Gangi, 2B-12-9, Pedalino e Amantea, insieme a quelle di riferimento Meli e Messina. Tali varietà saranno utilizzate per valutazioni future della *performance* agronomica e della qualità sensoriale, al fine di consentire un possibile ampliamento del calendario di commercializzazione.

Saranno inoltre discussi i primi risultati relativi all'attitudine alla frigoconservazione dei nuovi ibridi di mandarino del CREA.

Parole chiave: *Citrus sinensis*, mandarino-simili, disordini fisiologici, antocianine, *shelf-life*.

Strategie di inibizione dell'ingiallimento fogliare in fiori recisi di *Ranunculus asiaticus* L.

Florio F.E.¹, Bulgari R.^{1,2}, Catalano A.³, Lentini G.³, Ferrante A.¹

roberta.bulgari@unito.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia. Università degli Studi di Milano, Italy

²Department of Agricultural, Forest, and Food Sciences, DISAFA, Vegetable Crops and Medicinal and Aromatic Plants, VEGMAP, Università degli Studi di Torino, Italy

³Dipartimento di Farmacia - Scienze del Farmaco - Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Italy

Nel settore floricolo, i parametri qualitativi sono prevalentemente legati ad aspetti estetici e alla loro durata nel tempo. Nel caso dei fiori recisi, il progredire dei fenomeni di senescenza, come l'ingiallimento delle foglie e la perdita di petali, influenza negativamente il valore ornamentale e commerciale di questi prodotti. Rallentare i processi di invecchiamento diventa così un aspetto chiave per aumentarne la durata post-raccolta. Il ranuncolo è una specie usata in tutto il mondo per la produzione di fiori recisi ed è sensibile all'ingiallimento fogliare in post-raccolta. Fisiologicamente l'ingiallimento è dovuto al catabolismo delle clorofille ed è noto che la somministrazione in basse concentrazioni di regolatori di crescita ad azione citochinine simili, come il Thidiazuron (TDZ), possono rallentare notevolmente questo processo. Scopo del lavoro è stato quello di studiare l'effetto di derivati fenilureici a bassi costi di produzione, sulla qualità dei fiori recisi di ranuncolo e compararne l'efficacia all'utilizzo di TDZ. I trattamenti eseguiti sono stati: soluzioni 10 μM di due feniluree sostituite, FL12A-1XX e FL14-1XX; soluzione 10 μM TDZ; 10 μM TDZ in miscela con glicerolo 10 μM ; glicerolo 10 μM in purezza. I trattamenti sono stati confrontati con un controllo a base di H_2O . I fiori sono stati lasciati immersi nei trattamenti per 24 h al buio a 4 °C e successivamente conservati a 20 °C, immersi in H_2O . Sono stati effettuati cinque campionamenti: uno prima del trattamento (T0) e successivamente quattro (T5, T7, T12 e T14) per valutare gli effetti dei trattamenti sulla senescenza. I parametri non distruttivi considerati nel tempo sono stati la perdita di peso (%) e la fluorescenza della clorofilla *a*, mentre le analisi distruttive hanno riguardato gli zuccheri, la concentrazione di clorofille/carotenoidi, fenoli/antociani e feofitine. I risultati mostrano che le feniluree utilizzate sono in grado di ritardare i fenomeni di ingiallimento e senescenza nei fiori di ranuncolo comparabilmente a quanto ottenuto dal trattamento con TDZ e TDZ più glicerolo. In particolare, visivamente i fiori trattati con FL14-1XX hanno mostrato una persistenza della qualità in post-raccolta comparabile o superiore agli altri trattamenti. Tali risultati sono supportati dalle analisi effettuate, come ad esempio il maggiore contenuto in clorofille, confermando un effetto sulla funzionalità dei fotosistemi che positivamente si riflette sulla qualità in post-raccolta. Inoltre, nonostante siano necessari ulteriori approfondimenti per ottimizzare le concentrazioni di utilizzo ed ipotizzare i meccanismi d'azione, l'economicità e l'efficacia del trattamento lo rendono promettente nel settore dei fiori recisi.

Parole chiave: ranuncolo, durata post-raccolta, senescenza, clorofille, fluorescenza della clorofilla *a*.

Innovazione di prodotto e qualità dei prodotti frutticoli

Valorizzazione di succhi di mela monovarietale attraverso un approccio multidisciplinare

Giuggioli N.R., Ruffa P., Torello Marinoni D.

nicole.giuggioli@unito.it

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Torino

La qualità e l'autenticità di un succo di mela sono elementi di primaria importanza; azioni quali la sostituzione o la miscelazione del succo con una cultivar di minor valore economico, o di minor qualità dal punto di vista organolettico, possono compromettere l'immagine del prodotto stesso, oltre che arrecare un danno al consumatore e al mercato. Aspetti quali l'origine della materia prima e il tipo di produzione (artigianale o industriale) possono influenzare l'aspettativa di qualità dei consumatori, condizionando la loro scelta di acquisto. Obiettivo di questo lavoro è stato quello di valorizzare attraverso un approccio multidisciplinare basato su analisi molecolari e analisi sensoriali 6 succhi monovarietali di mela appartenenti ad una filiera locale prodotti nell'Alto Adige. Le analisi molecolari sono state condotte con l'intento di individuare un protocollo di laboratorio idoneo alla tracciabilità genetica della cultivar lungo il processo di trasformazione; le analisi sensoriali, invece, sono state condotte con l'obiettivo di determinare il profilo sensoriale dei succhi monovarietali caratterizzati da una specifica identità sensoriale legata alla cultivar. Il DNA è stato estratto utilizzando il protocollo di Doyle e Doyle (1987), modificato in alcune delle sue parti per migliorare la qualità del materiale genetico estratto; il DNA estratto è stato poi analizzato con marcatori molecolari microsatelliti mediante un sequenziatore capillare 3130 Genetic Analyzer. E' stato possibile ottenere dei profili genetici chiari e facilmente interpretabili per 3 dei succhi considerati ('Pinova', 'Gravensteiner' e 'Jonagold') e questo è dovuto essenzialmente al processo produttivo che non prevedeva le fasi di chiarificazione e filtrazione, ma solo un processo di pastorizzazione di 80°C per 20 secondi. La caratterizzazione sensoriale ha previsto lo sviluppo di una ruota sensoriale ed è stato eseguito un panel test con assaggiatori non addestrati. La ruota sensoriale è stata ideata come strumento di supporto per gli assaggiatori durante il panel test, in modo tale che questi potessero usufruire di una sorta di vocabolario per la descrizione dei succhi monovarietali. Inoltre, agli assaggiatori è stato chiesto di valutare alcune caratteristiche sensoriali legate al sapore, all'odore, alla texture, all'aroma e alla torbidità dei succhi monovarietali. I dati ottenuti sono stati elaborati statisticamente, e insieme agli attributi utilizzati dagli assaggiatori per descrivere i succhi monovarietali, sono stati ottenuti dei profili sensoriali per ciascun prodotto. La ruota sensoriale potrebbe essere ideata come uno strumento di comunicazione da apporre in etichetta attraverso cui trasmettere ai consumatori le caratteristiche sensoriali distintive di prodotti specifici.

Parole chiave: succo, varietà, rintracciabilità, DNA, analisi sensoriale, qualità.

Polyphenolic extracts of *Arbutus unedo* and *Myrtus communis* fruits and their possible inclusion in whey, a common dairy waste product

Detti C.¹, Gori A.¹, Nascimento L.B.S.¹, Bilia A.R.^{3,4}, Vanti G.³, Ferrini F.^{1,2}, Brunetti C.²

cassandra.detti@unifi.it

¹University of Florence, Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI), Sesto Fiorentino (Florence), Italy

²National Research Council of Italy, Institute for Sustainable Plant Protection (IPSP), Sesto Fiorentino (Florence), Italy.

³University of Florence, Department of Chemistry "Ugo Schiff", via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto Fiorentino, Italy.

⁴Institute of Food Sciences, (CNR-ISA), via Roma 64, 83100 Avellino, Italy

Myrtus communis L. and *Arbutus unedo* L. are two typical species of the Mediterranean basin. Their fruits, rich in polyphenols, are important sources of biomolecules that may be used as nutraceutical or food additives. Whey constitutes one of the most polluting by-products of cheese manufacturing. However, this waste product can be utilized as an ingredient to functionalize foodstuffs thanks to its large content in proteins and mineral nutrients. In this context, the inclusion of polyphenolic rich extracts in whey could be attractive for the further valorization of this product. The aim of this study was to obtain polyphenolic enriched extract from *M. communis* and *A. unedo* fruits and to investigate their inclusion in whey. To this end, fresh, dried and lyophilized fruits were extracted using two different methods: decoction and ethanolic ultrasound-assisted extraction. Then, the most polyphenolic rich extracts were included in whey and stored at 4°C for 60 days. The whey-based products added with the polyphenolic extracts were evaluated for their physicochemical properties, in particular pH and polyphenolic content stability, every 15 days (T0, T15, T30, T45, T60). The decoction of fresh fruits of both species resulted the extract with the highest polyphenolic content and it was added in whey in two forms: powder (powder inclusion, PI) and liquid (liquid inclusion, LI). *M. communis* fruit extracts were rich in myricetin, galloyl quinic acid derivatives and four anthocyanins (myrtillin, kuromanin, petunidin and oenin). These compounds were stable in whey, both in PI and LI, from T0 to T60. In addition, for both types of inclusion, the pH was similar and remained stable until T15, whereas a decrease was observed till T60. *A. unedo* fruit extracts were characterized by gallic acid and galloyl quinic acid derivatives. For this species, the whey-based product with PI was richer in polyphenols than the LI. Indeed, despite a slight decrease observed in PI from T45, this type of inclusion maintained a higher polyphenolic content compared to LI. In addition, in both types of inclusions, the pH was stable till T15 and then decreased.

In conclusion, whey-based products with PI and LI of *M. communis* and *A. unedo* fruit extracts showed to be chemically stable maintaining their high polyphenolic content. Nevertheless, for *A. unedo*, the powder extract showed to be a better choice for the inclusion in whey compared to the liquid one. These results are important for a possible valorization of whey as a functional ingredient to formulate novel products with potential application in nutraceutical and food industry.

Keywords: decoction, green extraction, HPLC-DAD, Mediterranean plants, polyphenols.

Espressione di geni legati alle differenze metaboliche di piante di mirto (*Myrtus communis* L.) con frutti pigmentati e non pigmentati

Medda S., Dessena L., Mulas M.

s.medda1@studenti.uniss.it

Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari

Lo studio della biosintesi degli antociani nel mirto (*Myrtus communis* L.) ha notevoli motivi di interesse scientifico e tecnico. Da una parte, infatti, i frutti delle cultivar pigmentate sono la base tecnologica del liquore tipico di mirto, di cui sono ben note le proprietà antiossidanti e l'elevato contenuto in polifenoli totali, antociani in particolare. Le cultivar a frutti bianco invece contengono antociani solo in tracce, ma un contenuto di polifenoli totali e proprietà antiossidanti simili o superiori ai frutti pigmentati. Si pone pertanto il quesito circa quali composti polifenolici nelle cultivar non pigmentate possano trovare un potenziale di accumulo superiore rispetto agli antociani e se questi composti appartengano a famiglie polifenoliche di particolare interesse nutraceutico e medicinale come quelle derivanti dai tannini.

Per approfondire i meccanismi che portano alla biosintesi e accumulo di composti fenolici nella pianta di mirto, due cultivar modello, una con frutti pigmentati ('Ilaria') e una con frutti non pigmentati ('Grazia') sono state analizzate per i seguenti parametri: contenuto totale di polifenoli e antociani totali; attività dell'enzima PAL (enzima chiave nella biosintesi dei fenilpropanoidi) e livelli di espressione dei principali geni strutturali coinvolti nella biosintesi dei flavonoidi (PAL, CHS, CHI, DFR, LDOX e, UFGT) durante la maturazione fisiologica delle bacche. Inoltre, gli stessi genotipi sono stati saggiati per la determinazione dell'attività antiossidante.

Dai risultati si osserva che gli antociani nel frutto rosso si trovano a bassissime concentrazioni sino a settembre che corrisponde all'invasatura della bacca per poi aumentare durante la maturazione, seguendo un andamento sigmoidale. Il livello di polifenoli totali, invece, tende a decrescere con la maturazione.

L'attività della PAL nelle bacche risulta essere più alta in 'Ilaria' (frutto pigmentato) rispetto al frutto bianco. L'attività aumentava con la maturazione del frutto, con un picco di attività nelle bacche campionate ad ottobre, corrispondente al periodo dell'invasatura.

Lo studio dei livelli di espressione dei geni strutturali analizzati mostra un andamento diverso nelle due cultivar, in accordo con l'accumulo di antociani. Nel genotipo pigmentato, i geni PAL, CHI, DFR, LDOX e, UFGT mostrano un aumento del trascritto con la maturazione delle bacche. In particolare, UFGT, direttamente coinvolto nella biosintesi degli antociani, aumenta di circa 200 volte nel frutto rosso maturo rispetto al frutto nei primi stadi di sviluppo. Per quanto riguarda 'Grazia' a bacca bianca solamente l'aumento di CHS e il decremento di espressione ha mostrato variazioni significative durante lo sviluppo dei frutti.

Parole chiave: mirto, cultivar, flavonoidi, biosintesi, espressione genica.

La pigmentazione antocianica dei frutti delle arance dolci è sotto l'effetto della luce e delle basse temperature

Ciacciulli A.¹, Pappalardo H.¹, Salonia F.^{1,2}, Caruso M.¹, Licciardello C.¹

concetta.licciardello@crea.gov.it

¹CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024, Acireale (Catania)

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123, Catania

Le arance sono tra i frutti della salute più importanti per la ricchezza in composti antiossidanti, tra cui spiccano le antocianine, riconoscibili per la loro colorazione rossa intensa. Tra i genotipi appartenenti alle varietà Moro, Tarocco e Sanguinello, pochissimi presentano una contemporanea colorazione nella polpa e nella buccia, tra l'altro non sempre associata. Il ruolo del freddo, quale interruttore (molecolare) della produzione di antocianine, è stato già ampiamente dimostrato nella pigmentazione della polpa. Diversamente, i fattori che inducono la colorazione della buccia sono attualmente meno noti così come il ruolo della luce, in generale, nel frutto.

Al fine di indagare il ruolo degli stimoli esterni sull'accumulo di antocianine, frutti di 'Doppio sanguigno' (buccia molto pigmentata, polpa poco pigmentata), 'Moro nuc. 58-8D-1' (molto pigmentato), 'Tarocco Ferreri' (buccia molto pigmentata, polpa mediamente pigmentata) e 'Tarocco S. Alfio' (poco pigmentato) sono stati imbustati poco prima del viraggio di colore da verde ad arancione. Per ogni albero quattro gruppi di frutti posti in punti diversi nella chioma sono stati imbustati con sacchetti di tessuto-non-tessuto nero. Dopo circa tre mesi i frutti sono stati campionati. Il colore è stato misurato con il colorimetro Konica minolta CR-400 in tre punti nella zona equatoriale posti a circa 120° l'uno dall'altro, rilevando il dato in buccia e polpa.

L'imbustamento ha avuto un chiaro effetto sulla pigmentazione della buccia. Infatti, il parametro "L" (LUMINANCE) ha rivelato che i frutti non imbustati hanno un colore più scuro dovuto alla presenza delle antocianine. I valori di "a" hanno evidenziato che i frutti non imbustati hanno uno spostamento verso il rosso statisticamente più alto. Generalmente nei campioni esposti alla luce è stato osservato un intervallo di variazione di colore più alto, dovuto alla colorazione rossa non uniforme; il lato del frutto ombreggiato dalla chioma è risultato meno pigmentato. Diversamente, non è stata osservata alcuna differenza nella colorazione della polpa. Inoltre, nessuna correlazione è stata trovata fra la pigmentazione interna ed esterna del frutto. Quindi si può escludere un effetto della luce nell'accumulo di antocianine nella polpa del frutto.

I frutti imbustati sono stati sottoposti anche ad una prova di frigoconservazione a 4°C per 4 settimane. È stata campionata la buccia e la polpa a distanza di 7 e 15 giorni, per studiare il comportamento dei principali geni regolatori, al fine di comprendere i meccanismi molecolari che sottendono gli stimoli luce-freddo.

Lo studio contribuisce ad una maggiore comprensione dei fattori che influenzano la colorazione esterna del frutto, caratteristica fondamentale per garantire l'attrattività delle arance rosse.

Parole chiave: fotomorfogenesi, risposta a stimoli, ombreggiamento, arance pigmentate, epicarpo/endo-carpo.

Valutazione delle proprietà neuroprotettive degli estratti polifenolici da mela a polpa rossa *Tuscia Red* sulla specie modello *Drosophila melanogaster*

Gatti L.¹, Castellani S.¹, Bongiorno S.², Cresta C.², Lazzarini F.², Pranterà G.², Ceccantoni B.³, Muleo R.¹

muleo@unitus.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università della Tuscia, Via S.C. DeLellis snc, 01100 Viterbo,

²Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche, Università della Tuscia, Largo dell'Università, 01100 Viterbo

³Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università della Tuscia, Via S.C. DeLellis snc, 01100 Viterbo

La mela è un frutto con un alto contenuto di molecole bioattive. La mela della varietà *Tuscia Red*, a polpa rossa, ha un alto contenuto di polifenoli che potrebbero avere effetti benefici e contrastare le malattie neurodegenerative. Alcuni studi hanno sperimentato l'azione del pool di polifenoli della mela, o parte di esso, in malattie tumorali, cardiovascolari e neurodegenerative. Lo studio è stato realizzato per osservare gli effetti del pool di polifenoli totali estratti dalla mela *Tuscia Red* sulle patologie umane neurodegenerative come le taupatie e il morbo di Alzheimer (AD), riprodotte nel modello sperimentale *Drosophila melanogaster*. Studi del genoma di *Drosophila* hanno rivelato che il 77% dei geni correlati alla malattia AD hanno un omologo in *Drosophila*. I polifenoli sono stati estratti da campioni di mela liofilizzati, con soluzione idroalcolica a base di metanolo, successivamente separato dal surnatante tramite evaporazione ed il composto rimanente è stato liofilizzato. I polifenoli ottenuti sono stati risospesi in H₂O ed aggiunti nel terreno nutritivo della *Drosophila* a due concentrazioni (0,75mg/ml e 1,5mg/ml). Studi preliminari hanno dimostrato che gli estratti di polifenoli di mela influenzano la morfologia e il ciclo di vita del *wild type* della *Drosophila*. Per ottenere progenie affette da malattie neurodegenerative, è stato utilizzato il sistema UAS-GAL4 per indurre nel sistema nervoso centrale, l'espressione dei geni responsabili del AD (*Aβ42* e *β-secretase*) o del fenotipo taupatico (*hTau*). Gli incroci sono stati allestiti sul terreno nutritivo addizionato con gli estratti di polifenoli dalla mela *Tuscia Red* e senza polifenoli per i controlli. Lo studio degli effetti è stato effettuato con dei saggi comportamenti, come il test di strisciamento sulle larve e di arrampicata sugli adulti. Le larve taupatiche cresciute su terreno privo di polifenoli, strisciano con una velocità media di 0,084cm/sec, inferiore alla velocità media (0,106cm/sec) dei ceppi selvatici; mentre quelle cresciute su un terreno arricchito con estratti polifenolici, strisciano con una velocità media di 0,099cm/sec. Le larve affette da AD cresciute su terreno privo di polifenoli, strisciano con una velocità media di 0,031cm/sec vs 0,043cm/sec che è la velocità media delle larve nutrite con polifenoli. È stato osservato anche un recupero della capacità di arrampicata negli adulti taupatici nutriti con polifenoli, infatti il 12,7% raggiunge un'altezza di 17,5cm rispetto al 5,36% dei taupatici cresciuti con dieta normale. Il test di arrampicata non è stato effettuato nei moscerini affetti da AD per la totale mortalità osservata negli adulti cresciuti su terreno basale; mentre su terreno addizionato con polifenoli, abbiamo osservato una mortalità del 67,5%.

Parole chiave: polifenoli, mela, *Drosophila melanogaster*, malattie neurodegenerative Test comportamentali.

Piante ornamentali, paesaggi e multifunzionalità

Orticultura urbana amatoriale e benefici per la salute: il caso studio degli orti sociali di Prato

Baldi A., Gallo N.L., Lenzi A.

ada.baldi@unifi.it

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze, Piazzale delle Cascine, 18 - 50144, Firenze

L'orticultura amatoriale può contribuire a migliorare la salute umana, sia direttamente che indirettamente. Il consumo di ortaggi autoprodotti, infatti, non apporta solo benefici in termini economici, consentendo un risparmio sulla spesa alimentare, ma anche in termini psicologici, legati alla soddisfazione di averli "fatti da sé", e salutistici. Coltivare un orto favorisce la socialità, consente di svolgere attività fisica all'aperto e aumenta il consumo di verdure fresche. È soprattutto per questo che un numero sempre maggiore di Amministrazioni Comunali promuovono l'orticultura amatoriale attraverso gli "orti sociali".

A Prato, in Toscana, sono presenti tre orti sociali, attrezzati e dati in concessione dal Comune tramite bando pubblico a pensionati, esodati e disoccupati. Tali orti sono organizzati in lotti di 50 m² ciascuno, assegnati ognuno ad una persona, per un totale di 105 lotti su una superficie di circa 5000 m². Il nostro lavoro si è basato su 45 interviste (15 per orto) condotte utilizzando un questionario appositamente predisposto. Gli ortisti hanno risposto a 22 domande, volte ad indagare aspetti produttivi e agronomici (specie coltivate, superfici investite per ciascuna specie, tecniche colturali adottate), sociali (età, sesso, livello di istruzione, tempo medio settimanale dedicato all'orto, motivazioni e livello di soddisfazione) ed economici (destinazione del prodotto, percentuale di copertura del consumo di ortaggi del nucleo familiare e costo dell'orto). Sulla base delle specie coltivate e delle superfici ad esse destinate è stata calcolata la produzione totale di ortaggi media per lotto (superficie media investita moltiplicata per le rese delle varie specie riportate dall'ISTAT). Quindi, è stato calcolato l'apporto in minerali (Na, K, Mg, Ca, P, e Fe) e vitamine (A, C, B1, B2 e PP) delle varie specie moltiplicando le produzioni ottenute per la composizione nutrizionale dell'ortaggio, e i valori ottenuti sono stati confrontati con i fabbisogni dei vari micronutrienti indicati dalla Società Italiana di Nutrizione Umana.

Dall'analisi dei dati raccolti è emerso che la maggior parte degli ortisti ha un'età compresa tra i 70 e gli 80 anni, un livello di istruzione Elementare e impiega almeno 20 ore settimanali alla cura del proprio lotto. Secondo quanto dichiarato dagli ortisti, la produzione ottenuta copre almeno la metà del loro consumo familiare. La specie di gran lunga più coltivata, sia per numero di lotti che per superficie investita, è il pomodoro, che di conseguenza contribuisce anche maggiormente all'apporto di micronutrienti, in particolare potassio e Vitamina C. Nel complesso gli ortisti hanno espresso grande soddisfazione per la loro esperienza, di cui hanno dichiarato di apprezzare gli aspetti sia salutistici che sociali.

Parole chiave: agricoltura urbana, orti amatoriali, ortaggi freschi, micronutrienti, sicurezza alimentare.

Il Progetto VerdeCittà “Il rinnovo delle alberate nelle città - Verde, bellezza e salute: il *made in Italy* del florovivaismo italiano”

Burchi G.

gianluca.burchi@crea.gov.it

CREA-OF Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via dei Fiori 8, 51017 Pescia (PT)

L'idea del Progetto VerdeCittà, finanziato dal MiPAAF e coordinato dal CREA-OF di Pescia, è nata all'interno del Tavolo Tecnico del Settore Florovivaistico (istituito dallo stesso MiPAAF con D.M.18353 del 14.12.2012), che comprende operatori tecnici, ordini professionali, cooperative di coltivatori, aziende produttive e associazioni vivaistiche coinvolte nella progettazione, realizzazione e manutenzione del verde urbano: agronomi, architetti, progettisti, giardinieri, produttori florovivaistici etc. Obiettivo del Progetto è sensibilizzare l'opinione pubblica sull'importanza delle piante nel contesto cittadino ed evidenziare il valore aggiunto che il verde apporta all'ambiente urbano non solo migliorando l'immagine delle città, ma anche contribuendo alla prevenzione e al contrasto dell'inquinamento atmosferico e del cambiamento climatico, aumentando il benessere e la salute dei cittadini stessi e, sul mero piano economico, determinando una considerevole diminuzione dei costi della sanità pubblica, una maggiore sicurezza nelle città e un aumento del valore degli immobili circostanti le aree verdi. Programmato nel 2020, il Progetto è stato rinviato al 2021 a causa dell'emergenza CoVid esplosa lo scorso anno ed è stato profondamente rimodulato per consentirne lo svolgimento anche nel persistente stato di emergenza sanitaria che impedisce ogni tipo di assembramento. Cinque comuni italiani (Torino, Padova, Bologna, Roma e Palermo) hanno aderito al Progetto mettendo a disposizione piazze prestigiose e propri tecnici per la realizzazione di aree verdi progettate da agronomi del CONAF (il Collegio dell'ordine dei dottori agronomi e forestali) in cui, durante 5 week-end tra maggio e settembre 2021, verrà spiegato, illustrato e consegnato ai visitatori del materiale divulgativo sull'importanza delle piante in città. Oltre alla realizzazione delle 5 aree verdi, il Progetto prevede anche lo svolgimento di eventi divulgativi (corsi e seminari, ovviamente solo online a causa del CoVid) e visite a orti botanici o parchi cittadini di rilevante interesse botanico e naturalistico in ciascuna città. Infine, è prevista la pubblicazione di un libro a carattere divulgativo ad ampia diffusione sull'importanza della realizzazione di aree verdi in città e della loro corretta gestione, manutenzione e rinnovo, a cui collaboreranno diversi membri del nuovo Gruppo di Lavoro SOI sul Verde Urbano.

Parole chiave: verde urbano, inquinamento atmosferico, cambiamento climatico, filiera florovivaistica.

Utilizzo di barriere arbustive sempreverdi per la riduzione del traffico veicolare: un esperimento per studiare le dinamiche del particolato sottile durante le diverse stagioni e in diverse situazioni ambientali

Moura B.⁴, Mori J.¹, Massa D.², Fini A.³, Burchi G.², Zammarchi F.¹, Ferrini F.^{1,5}

francesco.ferrini@unifi.it

¹Dagri, Università di Firenze, Viale delle Idee 30, Sesto Fiorentino (Firenze)

²CREA-OF Sede di Pescia (PT), Via dei Fiori 8

³Disaa, Università di Milano, via Celoria 2, Milano

⁴IRET-CNR, Via Madonna del Piano 10, Sesto Fiorentino (Firenze)

⁵Laboratorio VALUE, Verde Urbano e Benessere, SOI-UNIFI, Viale delle Idee 30, Sesto Fiorentino (Firenze)

Il progetto, iniziato nel 2014, ha l'obiettivo di studiare l'effetto di diverse specie di arbusti sempreverdi sulle dinamiche di deposizione di tre diverse frazioni di particolato, derivanti da traffico veicolare durante le diverse stagioni ed è stato suddiviso in diverse sperimentazioni e nella relazione si riporteranno i risultati ottenuti dal 2018 al 2021.

La prima sperimentazione ha avuto luogo presso il CREA-OF di Pescia (PT), nel 2018-2019 in un terreno fiancheggiante una strada a quattro corsie a elevata intensità di circolazione. In particolare, in una zona occupata da una barriera verde e da un adiacente prato polifita, sono state misurate, tramite campionatori passivi, le deposizioni di diverse frazioni di PM_x (10-100; 2,5-10; 0,1-2,5) a 5 diverse distanze dalla strada (2.0, 5.5, 9.0, 13.0 e 17.0 m) e in 9 diverse date di campionamento (28/07/18, 26/08/18, 26/09/18, 24/10/18, 26/11/18, 27/12/18, 27/01/19, 26/02/19 e 26/03/19).

Le deposizioni di PM_x sui campionatori passivi sono state analizzate al microscopio tramite fotografie con lo scopo di determinare la percentuale di copertura da parte di PM_x sulla superficie dei filtri. Inoltre, sono stati monitorati, durante tutto il periodo di sperimentazione, diversi parametri atmosferici tra cui umidità relativa, pioggia, vento e temperatura.

Lo studio ha confermato alcuni risultati ottenuti finora dalla sperimentazione in atto, evidenziati anche da altri autori, riguardo alla tendenza da parte delle piante nell'intercettare il particolato sottile, proveniente da fonti di inquinamento quali il traffico.

È emerso, come ipotizzato, che le deposizioni di PM_x hanno una stretta correlazione con le condizioni meteorologiche e che il particolato nero, di origine antropogenica, è maggiore rispetto al marrone (proveniente da varie fonti come il suolo, la polvere sollevata dal vento), vista la stretta vicinanza con la strada.

In conclusione, si può affermare che la ricerca, iniziata nel 2014, ha evidenziato che, oltre alla scelta delle specie, una rilevante importanza nella riduzione dell'inquinamento è rivestita anche dalla disposizione delle piante e dalla loro gestione (es. potatura).

Nella seconda sperimentazione, tuttora in corso, stiamo testando diverse metodologie per quantificare il PM_x (1. elaborazione delle immagini basata su analisi microscopiche e 2. procedura di filtrazione). La sperimentazione è iniziata su un numero 40 specie arboree e arbustive. Di queste 18 sono state selezionate in base all'accumulo di PM_x e una correlazione significativa tra le metodologie. Queste specie verranno utilizzate per mappare l'accumulo di PM_x in seguito all'esposizione a diverse fonti di inquinamento.

Parole chiave: inquinamento, polveri sottili, SDG, arbusti.

L'impermeabilizzazione del suolo: effetti sull'ecosistema urbano e possibili soluzioni per mitigarli

Fini A.¹, Frangi P.², Vigevani I.¹, Comin S.¹, Ferrini F.²

alessio.fini@unimi.it

¹Disaa, Università di Milano, via Celoria 2, Milano

²Fondazione Minoprio, viale Raimondi 54, Vertemate con Minoprio

³Dagri, Università di Firenze, Piazzale delle Cascine 18, Firenze

Nel 2011, è iniziata una ricerca presso la Fondazione Minoprio volta a studiare l'effetto della copertura del suolo su alcuni parametri del suolo e sulla crescita e la fisiologia di due specie arboree: *Celtis australis* e *Fraxinus ornus*. Le tesi a confronto sono: 1) pavimentazione impermeabile tradizionale (asfalto su sottofondo in cemento), 2) pavimentazione permeabile (autobloccante su sottofondo drenante), 3) pavimentazione porosa (inerte legato da resina epossidica su sottofondo drenante), 4) controllo non pavimentato. Il campo sperimentale è stato diviso in 24 parcelle di 50 m², assegnate alle diverse tesi. In ogni parcella, sono state lasciate 2 buche d'impianto non pavimentate di 1 m² in cui sono stati piantati 24 individui per specie. Il disegno sperimentale è a blocchi randomizzati con 6 blocchi.

Dal 2012 al 2019, sono stati misurati con cadenza mensile alcuni parametri relativi al suolo: umidità (v/v) a 20 e 45 cm di profondità; temperatura a 25 cm di profondità, flusso di CO₂ dal suolo e contenuto di O₂. Inoltre, sono stati misurati parametri biometrici (diametro del fusto, accrescimento dei germogli) e fisiologici (scambi gassosi fogliari, relazioni idriche, fluorescenza della clorofilla).

I risultati hanno mostrato che, fino all'affrancamento, il contributo dei giovani alberi sui parametri del suolo misurati è trascurabile. In tale periodo, tutti i suoli pavimentati hanno mostrato maggior umidità del controllo. Inoltre, i suoli coperti da pavimentazioni impermeabili e permeabili hanno mostrato un accumulo di CO₂ 5-6 volte superiore rispetto al controllo e al pavimento poroso. Le piante a dimora in suoli pavimentati hanno beneficiato del maggior contenuto idrico, ad eccezione che nei suoli impermeabilizzati. Dopo l'affrancamento, gli effetti delle pavimentazioni sulla crescita e fisiologia di *Celtis* sono stati trascurabili, mentre *Fraxinus* a dimora nelle parcelle con pavimentazioni autobloccanti ha mostrato scambi gassosi fogliari e relazioni idriche migliori rispetto alle altre tesi.

In conclusione, le pavimentazioni hanno mostrato un impatto trascurabile sulla salute delle piante, ma un impatto molto significativo sul suolo, che può essere in parte mitigato mediante l'uso di pavimentazioni porose.

Parole chiave: Umidità del suolo, temperatura del suolo, scambi gassosi fogliari, relazioni idriche, isola di calore urbana.

Post-transplanting evaluation in restoration intervention with *Viburnum lantana* L. grown on peat-free substrates

Cacini S.^{1*}, Di Lonardo S.², Nesi B.¹, Orsenigo S.³, Traversari S.¹, Zubani L.⁴, Massa D.¹

sonia.cacini@crea.gov.it

¹CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Via dei Fiori 8, 51017, Pescia (PT), Italia

²Research Institute on Terrestrial Ecosystems-National Research Council (IRET-CNR), via Madonna del Piano 10, 50019, Sesto Fiorentino (FI), Italia

³Department of Earth and Environmental Sciences-University of Pavia, Via Sant'Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia

⁴Flora Conservation Società Semplice Agricola, Via A. Brambilla 34, 27100 Pavia, Italia

Restoration interventions of natural ecosystems, as well as degraded urban areas, require an accurate selection of plants, not only considering the genotype, but also the adopted growing techniques. Native species are to be preferred (often mandatory in restoration interventions and in some municipal regulations), being able to guarantee high eco-physiological responses, especially to post-transplanting plant stress. This feature is intrinsic of each species, but it is also highly influenced by agronomic techniques. The growing techniques usually adopted in the ornamental sector are aimed at obtaining high quality standard. Nevertheless, not always these methods lead to satisfactory post-transplanting performances, especially if transplanting cares, *e.g.*, irrigation, are not available. Another critical issue in restoration interventions is the use of potted plants grown on peat-based substrates, which must be reduced/avoided in line with high sustainability requirements of this special sector as well as of waste policies. With the aim to evaluate post-transplanting responses of the Euro-Mediterranean native *Viburnum lantana* L., a one-year cultivation trial was conducted by testing different peat-free substrates, followed by transplanting in a degraded area of the “Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino”. Tested growing media were: 1) peat:pumice 70:30 v v⁻¹, as control treatment; 2) coconut coir dust:pumice 70:30 v v⁻¹; 3) coconut coir dust:green compost 55:45 v v⁻¹; 4) coconut coir dust:stabilized wood fibre 60:40 v v⁻¹. Cuttings were planted in 4 L pots directly adding a controlled release fertilizer to the substrate, integrated with a top-dress controlled release one in the following early spring. Plant growth was monitored throughout the entire vegetative cycle by both non-destructive biometric measures (*i.e.*, plant height, collar diameter) and eco-physiological parameters (*i.e.*, gas exchange, efficiency of photosystem II and SPAD index). At the end of the cultivation cycle, some plants were sampled to assess root and shoot biomass productions and tissue nutrient contents, while 12 plants per treatment were transplanted in field in three randomized blocks. Irrigation was provided after the transplant and then plants were subjected to the environmental conditions (*i.e.*, sunny, dry summer). At 100 days after transplanting both eco-physiological and destructive biometric parameters were collected (*i.e.*, shoot biomass and leaf necrotic area). Plants grown in the tested peat-free substrates showed a faster response to transplanting stress respect to control plants, which showed higher phylloptosis and wider necrotic leaf area. This higher efficiency in recovery from transplanting stress was also highlighted by the eco-physiological measures.

Keywords: green compost, coconut coir dust, stabilized wood fibre, eco-physiological responses, stomatal conductance.

Irrigazione e stress idrici I

Monitoring water stress in grapevine: a multiple index approach

Benyahia F., Bastos Campos F., Ben Abdelkader A., Tagliavini M., Andreotti C., Zanutelli D.

Flavio.BastosCampos@natec.unibz.it

Free University of Bozen-Bolzano, Faculty of Science and Technology, Piazza Università 5, 39100 Bolzano-Bozen, Italy

Grapevine first strategy to prevent the negative effects of water limitation is the reduction of the leaf transpiration. A precise monitoring of the changes in the transpiration rate of grapevine exposed to drought is needed for the application of any strategy of controlled deficit irrigation. Despite the available literature on grapevine and drought stress, comprehensive studies considering simultaneous measurements of different physiological indexes at different level of water stress intensity and different time of the day are scarce. We aimed to investigate the onset and the development of water stress in grapevine by integrating the information provided by different physiological indicators. Under a glass roof shelter, the experiment was performed on potted vines, exposed to 2 progressive drought cycles (C1, C2) of 10 days each. Irrigation was presumed when a threshold value of midday stem water potential (mSWP) was reached (-1.5 MPa). Vines were hung on a suspended weighting lysimeter structure equipped with individual load cells (LC). Sap Flow (SF) sensors were installed in each vine's trunk to monitor transpiration. The results showed a synchronization of SF and LC indications to describe the gradual reduction of transpiration under progressive water deficit. Drought effect became evident when SF showed lower flows in diurnal courses from the 7th day of each cycle (> 75% of reduction). The transpiration losses correlate to the mSWP, which agrees with the transpiration trend. The occurrence of stress followed by drastic transpiration reduction was detected when mSWP reached -0.8 MPa. Drought led to leaf gas exchange decreases throughout both cycles with significant rate reductions during C2, mainly when measured in the morning and at midday. Chlorophyll fluorescence parameters response presented sensibility to PAR light incidence. The light curve parameters were fitted with non-linear models, the coefficients and p-values were statistically analyzed. The electron transfer rate (ETR) and the effective PSII quantum yield (Y(II)) were fitted with a logarithmic model, the coefficient of photochemical quenching (qP) with the exponential decay model, and the coefficient of nonphotochemical quenching (qN) with the 2-parameters-Michaelis-Menten equation. The obtained coefficients showed significant differences for qP (C1) and qN (C1 and C2). Under the current experimental conditions, results show that qN and qP are potentially responsive to early water stress (mSWP>-0.8 MPa). In conclusion, this study suggests the chlorophyll fluorescence light curve (qP and qN) as a potential for early detection of water stress in grapevine.

Keywords: sap flow, drought, early stress detection, chlorophyll fluorescence light curve, leaf gas exchange.

Gestione dell'irrigazione dell'oliveto mediante telerilevamento con drone

Palai G.¹, Gucci R.¹, Tozzini L.¹, Cecchi L.², Mulinacci N.², Caruso G.¹

giacomo.palai@phd.unipi.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

²Dipartimento di Neuroscienze, Area del Farmaco e Salute del Bambino (NEUROFARBA), Università di Firenze

La disponibilità idrica nel suolo riveste un ruolo cruciale ai fini della quantità e qualità del prodotto nei moderni impianti olivicoli. Nuove tecniche di monitoraggio dello stato idrico e vegetativo dell'olivo mediante telerilevamento con drone sono disponibili per rendere più efficiente la gestione dell'irrigazione. In un esperimento condotto in un oliveto (cvs Frantoio e Leccino) ad alta densità (6 x 3 m) piantato nel 2012, è stato valutato l'effetto di tre regimi irrigui (Piena irrigazione, PI; Irrigazione in deficit; DI; Asciutto, A) sulle relazioni idriche, sui parametri vegeto-produttivi delle piante, e sulla qualità dei frutti e dell'olio. Il monitoraggio dell'oliveto è stato effettuato sia mediante misure da terra che mediante telerilevamento con drone equipaggiato con fotocamere multispettrali e termiche. Il potenziale idrico del fusto (SWP) è stato misurato mediante camera a pressione mentre l'indice di area fogliare (LAI) è stato misurato mediante ceptometro. Le immagini multispettrali e termiche sono state utilizzate per derivare gli indici vegetazionali, i volumi delle chiome e il differenziale di temperatura tra le chiome e l'aria (Tc-Ta). I valori minimi e massimi di SWP sono stati misurati negli olivi in asciutto (-4.6 MPa) e pienamente irrigati (-1.9 MPa), rispettivamente. Valori intermedi sono stati misurati negli olivi DI (-3.5 MPa). Le piante DI e A della cultivar Frantoio hanno presentato valori di LAI del 27% e 47% inferiori rispetto agli olivi PI, rispettivamente (-7%, -69%, nella cultivar Leccino). I dati rilevati mediante telerilevamento con drone hanno evidenziato differenze nello stato idrico (Tc-Ta pari a 5.0, 5.8 e 6.6°C, in PI, DI e A, rispettivamente) e nel volume della chioma (27.9, 23.2 e 18.8 m³, rispettivamente) tra olivi appartenenti alle diverse tesi irrigue. Gli alberi pienamente irrigati hanno prodotto circa il 15 e 30% di frutti in più rispetto agli olivi DI e A, rispettivamente (media delle due cultivar). Il contenuto più elevato in composti fenolici è stato misurato nei frutti e negli oli ottenuti dalle piante in asciutto. In generale, i composti fenolici nell'olio hanno mostrato una correlazione positiva con il livello di stress idrico monitorato mediante telerilevamento con drone. I composti organici volatili totali erano più elevati negli oli ottenuti da piante di Frantoio PI. Aldeidi, alcani e alcoli hanno mostrato valori maggiori negli oli di alberi pienamente irrigati, seppur con differenze tra le cultivar. L'effetto dell'irrigazione sulle componenti vegeto-produttive dell'oliveto è stato evidente e il monitoraggio con drone ha consentito di evidenziare sia le variazioni nello stato idrico dell'albero che gli effetti sullo sviluppo vegetativo indotti dalla diversa disponibilità idrica.

Parole chiave: irrigazione in deficit, *Olea europaea* L., produttività, qualità dell'olio, telerilevamento.

The effect of late season irrigation on chestnut physiology and yield

Perulli G.D., Zattoni R., Boini A., Bresilla K., Morandi B., Corelli Grappadelli L., Manfrini L.

giulio.perulli@unibo.it

DISTAL - Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, V. le Fanin 46, 40127 Bologna, Italy.

Italy is one of the most important world chestnut producers. The majority of traditional sweet chestnut orchards are still non-irrigated since typically located in mountain-hill areas (not limiting climate conditions for vegetative and reproductive growth). Nowadays, the increase of summer temperatures and the decrease of rainfall are affecting negatively chestnut physiological performances and productivity. The adoption of scheduled irrigation practices, in light also of the limited water availability/possibility of storage (e.g., artificial lakes, reservoirs) of these areas, should become part of chestnut orchard management. The aim of the present study was to evaluate the effect of irrigation on sweet chestnut physiology, yield, and nut size. The study was carried out in 2020 in a traditional chestnut orchard of the “Marron Buono di Marradi” ecotype, located in the Tosco- Romagnolo Apennines (Marradi, Italy). Two treatments: non-irrigated and irrigated were carried out between August and September. Leaf gas exchanges and plant water status were monitored. At harvest, tree yield and nut size were assessed. Preliminary results showed that irrigated trees exhibited, in middle September, higher photosynthesis, transpiration and stomatal conductance compared to the non-irrigated ones. Leaf and stem water potentials were not affected by the irrigation treatment. Chestnut yield, although not statistically significant, was improved in the irrigated treatment compared to the non-irrigated one. Nut size was statistically smaller in non-irrigated trees than in irrigated ones. Despite the favourable weather condition occurred in 2020 (a mild and rainy season), the application of irrigation in late summer was beneficial for enhance sweet chestnut physiological performances and for improving nut quality.

Keywords: *Castanea sativa* Mill., chestnut physiology, leaf gas exchanges, tree water potential, irrigation.

Innovative water and fertilizers management in horticulture: preliminary tests on a new super absorbent polymer

Ben Hassine M., Nicoletto C., Casarin L., Zanin G., Sambo P.

paolo.sambo@unipd.it

Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment, University of Padova, Viale dell'Università16, 35020 Legnaro (PD).

Agricultural consumption of available fresh water is variable depending on the level of development of the country: it is around 40% for high-income countries and can reach 90% for developing countries. The sustainability of available fresh water is threatened by the competition due to other uses of water (domestic and industrial). In order to reduce the use of available fresh water in agriculture, an innovative management of water resources based on polymers (called also hydrogels/super absorbent polymers (SAP)) is merging for horticultural crops. The water is retained by the hydrogel thanks to interactions of an electrostatic nature and forces of an osmotic nature. The effectiveness of a commercial potassium polyacrylate-based hydrogel called PolyGreen® (PG; contains also small doses of fertilizer) was tested in this study. Two pot experiments were carried out in the greenhouse at the University of Padova (Legnaro 45°20'43N, 11°57'30"E). The objective of the first pot experiment was to analyze the physical absorption characteristics and the chemical nutrients release of the PG in two soil granulometry (coarse and fine sand) during 17 days (8 sampling dates (SD)). Then, for the second pot experiment, the effect of PG was tested on chicory catalonia (*Cichorium intybus* Var. Katrina) in a loamy-silty soil. For both experiments, 0.5 g of PG of different doses of fertilizer (0% (without fertilizer), 1%, 3% and 5%) were added to the pots and compared to a control treatment (pots without PG). The results of the first experiment showed a significant interaction in evaporated water between sand and PG factors for all SD. However, the significant interaction in retained water between the same factors was observed only starting from the fourth SD. Assessment of chemical nutrients release demonstrated a significant interaction between the sand and PG factors on nitrate in all SD (except SD 6). The results of the second experiment showed a significant difference in plant height between PG 3% treatment and control treatment from the 21st to the 35th day after transplant and between PG 5% treatment and control treatment from the 35th to the 49th day after transplant. A significant difference was identified, only in the 21st day after transplant, between PG 1% treatment from one side and PG 3% and 5% treatments from another side. At the end of the experiment, no significant difference was found between all treatments on total aerial biomass but results of dry matter revealed a significant difference between PG 5% treatment and control treatment. A significant difference was found between control treatment and PG 5% treatment in total antioxidant capacity and total polyphenols.

Keywords: *Cichorium intybus*, super absorbent polymers, fertilizers, pot experiment, biomass.

Stress salini e qualità

Risposta trascrizionale allo stress salino in rucola (*Diplotaxis tenuifolia* L.)

Franzoni G., Ferrante A.

giulia.franzoni@unimi.it

DiSAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, via Celoria 2, 20133 Milano

Lo stress salino è uno dei più frequenti stress abiotici che possono provocare danni alle colture orticole sia dal punto di vista della resa sia della qualità. Data la bassa disponibilità di acqua di qualità nelle regioni costiere del bacino del Mediterraneo molti ortaggi vengono irrigati con acque saline e crescono in suoli con forti infiltrazioni di acqua salmastra. Le piante rispondono agli stress ambientali attraverso adattamenti fisiologici, biochimici e molecolari che coinvolgono anche una complessa regolazione trascrizionale. La conoscenza di questi processi è essenziale per comprendere i meccanismi di risposta delle piante allo stress e migliorarne la tolleranza. Particolarmente interessante è lo studio dei fattori di trascrizione coinvolti nella regolazione dell'espressione genica e nella trasduzione dei segnali. Dal punto di vista agronomico, l'impiego di prodotti biostimolanti di diversa natura è risultato spesso efficace non solo nel migliorare gli aspetti qualitativi delle colture orticole ma anche nel contrastare i danni causati dagli stress abiotici. Lo scopo di questo lavoro è stato lo studio delle risposte di piante di rucola allo stress salino e la valutazione dell'effetto di un estratto di borragine come potenziale biostimolante. L'estratto è stato applicato per via fogliare 24 ore prima dell'esposizione ad una elevata concentrazione di NaCl (200 mM) aggiunto alla soluzione nutritiva. La risposta delle piante è stata valutata analizzando l'espressione di alcuni fattori di trascrizione coinvolti nelle risposte allo stress e il loro andamento durante le 24 ore post-applicazione. Inoltre, sono stati misurati i cambiamenti di alcune variabili fisiologiche come lo stato dell'apparato fotosintetico, il contenuto di pigmenti fotosintetici, zuccheri e nitrati dopo 1, 2 e 4 giorni di esposizione allo stress.

L'analisi a livello molecolare ha messo in luce la complessa risposta delle piante alla combinazione di stress e trattamento e diversi andamenti sono emersi dall'espressione dei fattori di trascrizione anche in relazione al tempo. Molti hanno mostrato una generale sovra-espressione in risposta allo stress salino (ANAC019, ANAC069, DREB2A, bHLH122, MYB94, HB7, ABF3) mentre il trattamento con l'estratto di borragine ha influenzato l'espressione dei geni studiati solo in specifici punti. Diverse vie metaboliche legate all'attivazione o alla biosintesi delle cere cuticolari, ai brassinosteroidi e agli zuccheri sono state influenzate sia dallo stress che dal trattamento. Sarebbe interessante indagare più a fondo il ruolo di questi fattori di trascrizione in relazione alla salinità andando a studiare i geni che essi regolano e approfondire il loro ruolo di marcatori molecolari associati a questo tipo stress.

Parole chiave: fattori di trascrizione, salinità, *Borago officinalis*, orticoltura, rucola.

Differential responses to salinity of two olive tree cultivar are identified by modeling gene expression and mineral elements translocation.

Sodini M.^{1,2}, Astolfi S.³, Francini A.², Sebastiani L.²

sodinimirkol@gmail.com

¹CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Piacenza, Italy

²BioLabs, Institute of Life Science, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà 33, I-56127 Pisa, Italy

³Department of Agricultural and Forestry Sciences, University of Tuscia, 01100 Viterbo, Italy

Soil salinity is a severe problem for the Mediterranean crop, which will increase in the 21st century. The olive tree is moderately resistant to salinity, with differences between varieties. Two cultivars with different tolerance to salinity, Leccino (susceptible) and Frantoio (tolerant), were treated with 120 mM of NaCl for 30 days. Gas exchanges were monitored throughout the treatment. The expression of *NHX*, *SOS1*, and *H⁺ ATPase*, and the hydrolytic activity of H⁺ ATPase were measured in the leaves. Furthermore, we analyzed the concentration of Na⁺, K⁺, Mn²⁺, Mg²⁺, and Ca²⁺ in the different plant organs. The gene expression, enzymatic activity, and gas exchange results were modeled using multiple linear models and mixed models. Both the cultivars significantly reduced the net photosynthesis and increased the water use efficiency after 30 days of treatment. Na⁺ was accumulated in the roots of both cultivars, and in the leaves of Leccino variety treated with NaCl. Plants treated with NaCl over-expressed the genes *NHX* and vacuolar *ATPase subunit E*, while the genes *SOS1*, *ATPase11*, and *ATPase8* were more expressed only in the Frantoio cultivar. The covariance between gene expression and element concentrations data was analyzed to identify significant interactions between cultivars and treatments.

Na⁺ accumulation in the roots of Frantoio was positively related to the accumulation of K⁺, Mn²⁺, Mg²⁺, and Ca²⁺ in the xylem, cortex, and leaves. The results suggest that the capacity of Frantoio to mobilize elements, together with the over-expression of key genes for Na⁺ management, could be a determinant for salinity tolerance.

Keywords: salt stress, *Olea europaea* L., ion pumps, calcium, multiple linear models.

Effects of late shoot trimming and irrigation regime on the composition of Aglianico grapes

Mataffo A., Scognamiglio P., Gambuti A., Basile B.

boris.basile@unina.it

Dipartimento di Agraria, Sezione di scienze della vigna e del vino, Università degli Studi di Napoli Federico II, Viale Italia, 83100, Avellino (AV)

Recently there is a growing interest in developing and introduce novel vineyard management strategies to adapt viticulture to climate change. This is particularly crucial in wine-growing regions such as those located in southern Italy where droughts, heat waves and extreme climatic events are becoming progressively more frequent resulting in significant effects on grape yield and berry composition. Among these, it is well known that global warming is causing an increase in sugar accumulation in the berries that is often undesired because of the excessive increase in alcohol concentration in the wines. The aim of this study was to investigate the effect of late shoot trimming and different irrigation strategies on yield components and berry composition at harvest. The experiment was carried out over a period of four years (2017-2020) in Mirabella Eclano (Avellino, Italy) in a commercial vineyard planted with 15 years-old 'Aglianico' grapevines (*Vitis vinifera* L.) grafted onto K5BB and trained to a double spur cordon. The experiment compared nine treatments resulting from the combination of three intensities of late shoot trimming applied at 12 °Brix and three levels of irrigation. The three intensities of shoot trimming consisted in a control (no trimming) and two treatments where 30% or 50% of leaf area was removed, respectively. The three levels of irrigation were the following:(i) a non-irrigated control treatment (rainfed), (ii) a treatment where 50% of the calculated crop evapotranspiration (ET_c) was replaced with irrigation and (iii) a treatment where 100% of ET_c was replaced with irrigation. The results showed that the irrigation, the shoot trimming and the irrigation x shoot trimming interaction influenced significantly grape composition at harvest. Shoot trimming applied at high intensity significantly reduced soluble solids content at harvest. Skin phenolics (anthocyanins and tannins) resulted also reduced by severe shoot trimming. Conversely, shoot trimming applied at light-moderate intensity tended to increase soluble solid content at harvest and increased both anthocyanins and tannins. In general, irrigation increased soluble solids content and influenced phenolics concentration at harvest by improving photosynthetic activity. The interaction between shoot trimming and irrigation treatments was found to influence phenolics concentration. When conditions of moderate-severe water stress occurred, fruit yield was negatively affected by the application, in consecutive years, of severe shoot trimming. Thus, severe shoot trimming reduces soluble solids content in the berries at harvest but it may result in negative carry over effects on fruit yield and possible detrimental effects on phenolic composition of the grape at harvest.

Keywords: *Vitis vinifera*, climate change, soluble solids content, phenolics, summer pruning.

Effetti dell'evoluzione della parete cellulare delle bucce sulla maturità fenolica nella cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.)

Allegro G., Pastore C., Valentini G., Filippetti I.

gianluca.allegro2@unibo.it

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari – Università di Bologna, viale Fanin 44

Il cambiamento climatico in atto è la principale causa del disaccoppiamento tra la maturazione tecnologica e fenolica delle uve a bacca rossa, in quanto le elevate temperature che sempre più frequentemente si verificano nel periodo estivo causano la forte accelerazione dei processi di accumulo di solidi solubili e della concomitante riduzione degli acidi organici, a cui però non si associa una altrettanto veloce accumulazione degli antociani e diminuzione delle sensazioni astringenti legate ai tannini dei semi. In tale contesto, lo studio dei processi che determinano le caratteristiche degli antociani e dei tannini nel corso della maturazione ha assunto notevole importanza in quanto tali conoscenze, oltre a consentire un'approfondita valutazione della qualità delle uve per la produzione di vini rossi di alto livello, permettono di misurare l'effetto di tecniche colturali finalizzate all'adattamento della vite al cambiamento climatico.

Nel presente lavoro, condotto negli anni 2014 e 2015 su acini di Merlot campionati a 20 e 10 giorni prima della vendemmia e alla vendemmia, sono state valutate le caratteristiche degli antociani e dei tannini (bucce e vinaccioli), estratti sia con metodi esaustivi (flavonoidi totali) che con soluzioni idroalcoliche a pH simile a quello del vino (flavonoidi estraibili). Inoltre, da acini prelevati nelle stesse date è stato estratto il materiale che compone la parete cellulare delle bucce e, dopo l'analisi delle sue componenti principali, è stato fatto reagire con un tannino ad uso enologico per valutare le interazioni tra questi composti.

I risultati delle analisi condotte con HPLC hanno mostrato l'aumento degli antociani totali ed estraibili fino al momento della vendemmia, mentre non sono emerse variazioni sostanziali della concentrazione, composizione e grado medio di polimerizzazione dei tannini di bucce e vinaccioli. Per quanto riguarda il materiale della parete cellulare non sono emerse differenze significative nella composizione, anche se in entrambe le annate le proteine hanno fatto registrare un aumento tendenziale fino alla vendemmia. I risultati delle interazioni tra il tannino esogeno e il materiale della parete cellulare, hanno rivelato un apprezzabile coinvolgimento di quest'ultimo nel condizionare aspetti determinanti della maturità fenolica poiché, al progredire della maturazione, tale materiale ha incrementato la capacità di legare e far precipitare i tannini, in particolare le forme galloilate che sono maggiormente responsabili delle sensazioni più astringenti.

Grazie ai risultati di questo studio è possibile ipotizzare che al progredire della maturazione, la parete cellulare sia in grado di migliorare le caratteristiche di astringenza dei vini.

Parole chiave: antociani, astringenza, maturazione, tannini.

Irrigazione e stress idrici II

Environmental impact and water use of sustainable fruit orchards in Mediterranean area

Mininni A.N.¹, Berloco T.², Loiudice C.², Carlucci G.², Dichio B.¹

alba.mininni@unibas.it

¹Università degli studi della Basilicata, DiCEM, via Lanera, 20 Matera 75100

²Agreement Spin Off Accademico Via A. M. di Francia Matera 75100

Climate change is gradually affecting regional and global food production. Warming temperatures and intensity of extreme weather events may lead to significant reductions in crop yields. The LIFE AgroClimaWater project provides adaptation management strategies to increase water productivity in fruit orchards, reducing pollution and resource use. The increase of water use efficiency was achieved through a sustainable irrigation strategy based on the integration of the daily soil water balance with soil moisture measurements (from 0 to 90 cm depth). The monitoring of the soil profile contributes to optimize irrigation volumes, avoiding nutrient loss and percolation in the deep layers.

The experimental sites of fruit orchards (peach, apricot, citrus, olive) have been divided into two plots: one managed with sustainable practices (no-tillage, supply of organic fertilisers, mulching of pruning residues, cover crops and guided irrigation, controlled water stress) and another one conventionally managed (weeding, distribution of mineral fertilizers, empirical irrigation). Effectiveness of good agricultural practices (GAPs) applied in sustainable plots was assessed by performance indicators as Water Use Efficiency (WUE), Water Footprint (WF), Nutrient Use Efficiency (NUE) that were compared to conventionally managed plots.

Results revealed that the sustainable irrigation strategy leads to a more than 30.0% decrease in the WF, a more than 20.0% increase in the WUE and a nitrogen use efficiency (NUEN) greater than 1.5 times in the sustainable orchards compared to that conventional ones. Moreover, the sustainable management has a beneficial effect on natural resources (soil and water) conservation and restoration, implementing the water productivity of the agroecosystem and highlighting the mitigation role of agroecosystems.

Research supported by LIFE 14 CCA/GR/000389 AGROCLIMAWATER Project.

Keywords: resource use efficiency, sustainability, irrigation strategy, nitrate leaching, compost addition.

Studio della dinamica di assorbimento dell'acqua irrigua in alberi di melo tramite tecniche isotopiche

Aguzzoni A.^{1,2}, Engel M.¹, Zanotelli D.¹, Penna D.³, Comiti F.¹, Tagliavini M.¹

a.aguzzoni@eco-research.it

¹Libera Università di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie, piazza Università 5, 39100 Bolzano (BZ).

²Eco Research, via Negrelli 13, 39100 Bolzano (BZ).

³Università di Firenze, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Piazzale delle Cascine 18, 50144 Firenze (FI).

Rendere più efficiente l'uso dell'acqua di irrigazione in agricoltura rappresenta una necessità per fronteggiare la carenza di risorse idriche in un futuro prossimo. Per migliorarne la gestione, si deve chiarire il suo contributo rispetto ad altre fonti di acqua, come l'acqua del suolo o persino di falda, il cui contributo è spesso trascurato.

A tale scopo, abbiamo effettuato prove di irrigazione controllata con acqua arricchita in deuterio ($\delta^2\text{H}$ 1500‰) sia in un meleto (*Malus domestica*, cv. Pinova) in Val Venosta con falda acquifera a ca. 0.9 m di profondità, sia con meli in vaso. Per la prova in campo (luglio 2019) sono state selezionate quattro piante, distribuendo l'acqua (40 L/m²) omogeneamente su una superficie circoscritta attorno al fusto (1 m²); quattro piante non irrigate erano presenti come controllo. Campioni di germogli e di suolo (fino a 0.8 m di profondità) in prossimità di ciascuna pianta sono stati prelevati da 2 h a 168 h dopo l'irrigazione. Nella prova in vaso (giugno 2020, quattro meli) l'irrigazione è stata effettuata alle ore 22, quando la traspirazione è minima, e campioni di germogli e suolo sono stati prelevati nell'arco di 30 h dopo l'irrigazione. Da ciascun campione è stata estratta l'acqua totale tramite distillazione criogenica sottovuoto, successivamente analizzata tramite analizzatori a spettroscopia laser e spettrometria di massa isotopica.

La prova in campo ha permesso di monitorare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, concentrata nei primi 0.2 m di profondità a 2 h dall'irrigazione e successivamente penetrata fino ad un massimo di 0.6 m di profondità, cioè nella porzione di suolo dove si trova più dell'80% delle radici fini del melo. In questo strato, l'acqua di irrigazione rappresentava ca. il 20% dell'acqua totale. Nei germogli, la presenza di acqua arricchita è risultata evidente a partire da 8 h successive all'irrigazione ($\delta^2\text{H}$ 27.4‰), raggiungendo un plateau dopo 24–48 h ($\delta^2\text{H}$ 68.1‰). L'aumento di $\delta^2\text{H}$ misurato nei germogli corrisponde ad un assorbimento di ca. l'8% dell'acqua di irrigazione e di ca. il 35–40% considerando il mix di acqua presente nel suolo nei primi 0.6 m di profondità. La restante frazione di acqua estratta dai germogli potrebbe essere alternativamente acqua assorbita dal suolo a profondità superiori o acqua residente nei germogli. I risultati della prova in vaso, in cui il suolo era stato completamente saturato con acqua arricchita, confermano quanto ottenuto dalla prova in campo, indicando che la restante frazione di acqua estratta dai germogli è acqua residente. Ulteriori indagini sono necessarie per delucidare i meccanismi di rimescolamento tra acqua di irrigazione e acqua già presente nel suolo e le interazioni tra acqua mobile e residente all'interno della pianta.

Parole chiave: assorbimento radicale, acqua di irrigazione, acqua del suolo, isotopi stabili.

Super-intensive olive grove and deficit irrigation

Campi P., Gaeta L, Ferrara R., Mastroianni M., Modugno A.F., Rana G.

pasquale.campi@crea.gov.it

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Via C. Ulpiani, 5 70125 Bari

Olive activates physiological mechanisms both for drought adaptation and for using efficiently the soil water. The Mediterranean basin is the most important olive area in the world where the traditional cropping system is rainfed. However, also for the Mediterranean olive growers the new frontier is the super-intensive grove, despite it largely depends on irrigation. Due to scarce water supplies, a question arises: are super-intensive olive groves sustainable? The theoretical answer is to match the olive super-intensive system with deficit irrigation strategies.

Regulated Deficit Irrigation (RDI) represents a valuable hypothesis. It entails to supply less irrigation water during specific pheno-phases, when the species tolerates a temporary soil water stress, in other words the plant does experience the soil water stress, however it does not affect final production. In the case of olive, the pheno-phase corresponding to the fruit pit hardening is considered less critical for the soil water shortage. Usually, this stage is 3 or 4 week-long and it happens between July and August, when evaporative demand is high. Therefore, a reduction in water consumption is expected.

This research investigates on the agronomic effectiveness of the RDI strategy to save irrigation water. Soil water content (SWC) dynamics is monitored and consequences on plant water status and yield are analysed.

A field study started in 2019 as part of the M.Ol.T.I. project (funded by MiPAAF). It is still ongoing in a Mediterranean environment (41°01'N, 16°54'E, 118 m a.s.l.) on super-intensive 'Arbosana' olive grove set-up in 2006, with a density of 1667 trees ha⁻¹. Two irrigation regimes are scheduled: full irrigation (FI, total restoration of water consumption); RDI (irrigation withdrawn during pit hardening phase). Available observations from the 2019 survey showed that SWC (in the top 40 cm soil layer), monitored by capacitive probes (10HS Decagon, USA), during the pit hardening (19/07-20/08) was reduced to values close to the wilting point (WP). RDI yield did not reduce (4 kg tree⁻¹ in FI vs. 3.7 in RDI), notwithstanding the plant water status, monitored through the stem water potential (Ψ), dropped from -10 bar (seasonal value in FI and in RDI when irrigation was supplied) to -22 bars. After the temporary soil water stress in RDI treatment, Ψ values immediately recovered once irrigation supply was restarted. In RDI treatment Ψ values raised back to -10 bar until the end of the experimental survey, without any difference between FI and RDI.

Since it reduces the seasonal volume and it does not affect yield, RDI strategy increases irrigation water productivity. Finally, RDI irrigation seems to contribute to the sustainability even in super-intensive olive system.

Keywords: arbosana, regulated deficit irrigation, soil capacitive probes, stem water potential.

Effetto dell'irrigazione e delle micorrize su una coltura di melone d'inverno

Vetrano F., Moncada A., Miceli A.

filippo.vetrano@unipa.it

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università di Palermo, Viale delle Scienze 4, 90128 Palermo

Gli effetti di diversi livelli di irrigazione su piante inoculate o non inoculate con funghi micorrizici arbuscolari (AMF; *Glomus mossae* e *G. intraradices*) sono stati valutati su una coltura di melone d'inverno (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* cv. Helios). I trattamenti irrigui consistevano nell'applicare uno stress idrico equivalente al 60% o all'80% dell'evapotraspirazione della coltura (ETc) e un controllo in cui le piante venivano irrigate con il 100% della ETc. Lo stress idrico moderato non ha ridotto la resa dei meloni ed è consentito di aumentare l'efficienza d'uso dell'acqua irrigua (IWUE). In condizioni di maggiore deficit irriguo, la resa è stata ridotta del 23,7% principalmente a causa della diminuzione del peso dei frutti. La produzione relativa (produzione/produzione massima) è risultata superiore al 98% nelle piante inoculate quando l'irrigazione applicata era l'80% della ETc ed è scesa al di sotto dell'81% nelle piante non inoculate e irrigate con l'80% dell'ETc e in tutte le piante irrigate con il 60% dell'ETc. L'interazione tra l'irrigazione e la micorrizzazione è risultata significativa per l'indice di micorrizzazione, la conduttanza stomatica, la produzione di frutti e l'IWUE. La produzione più alta, 44,8 t ha⁻¹, è stata ottenuta in tutte le piante irrigate con il 100% dell'ETc e in quelle inoculate con AMF e irrigate con l'80% dell'ETc. L'IWUE più alto è stato ottenuto con il 60% di ETc (+ o - AMF) e l'80% di ETc + AMF. I frutti delle piante inoculate hanno presentato maggiore consistenza della polpa e maggiore contenuto in solidi solubili. Il deficit irriguo più elevato (60% ETc) ha influito negativamente su produzione, peso medio e consistenza dei frutti mentre ha influenzato positivamente la qualità grazie ad un significativo aumento del contenuto in acido ascorbico rispetto agli altri trattamenti irrigui. L'inoculo del terreno con AMF ha determinato un aumento significativo della colonizzazione delle radici solo con un moderato deficit irriguo (80% ETc) che è risultata correlata positivamente alla produzione di frutti e all'IWUE.

Parole chiave: *Cucumis melo* L. var. *inodorus*, irrigazione, evapotraspirazione, micorrize.

Effetti della luce e fisiologia degli stress

Preliminary evaluation of pre-harvest supplemental LED light effects on tomato post-harvest quality

Appolloni E.¹, Paucek I.¹, Fiori G.¹, Pastore C.¹, Cellini A.¹, Pennisi G.¹, Crepaldi A.², Spinelli F.¹, Orsini F.¹, Gabarrell X.³, Gianquinto G.¹

elisa.appolloni3@unibo.it

¹Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, DISTAL – Department of Agricultural and Food Sciences, Bologna, Italy

²Flytech srl, Via dell'Artigianato, 65, 32016 Alpego, Belluno, Italy

³Universitat Autònoma de Barcelona, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA-UAB), MdM Unit of Excellence; Chemical, Biological and Environmental Engineering Department, Barcelona, Spain

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is a climacteric fruit, subjected to organoleptic quality changes during post-harvest storage. Cultivation conditions may play an important role on qualitative and nutraceutical traits of fruits during conservation phase. The hereby presented research investigated the effects of pre-harvest supplemental LED interlighting on post-harvest quality of hydroponically grown tomatoes (*Solanum lycopersicum* cv. Siranzo). Three LED treatments consisting on Red and Blue (RB), Red and Blue + Fra-Red (FR), and Red and Blue + Far-Red at the end-of-day (EOD), were added to natural sunlight for 16 h d⁻¹ (h 8-00) with an intensity of 170 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$. A control treatment (CK), where sunlight only was applied, was also considered. Red fruits were selected and placed in a storage room at 13 °C in darkness. Qualitative analysis were performed after 1 day and 1 week of conservation. Preliminary results showed that supplement LED light during cultivation may have an impact on post-harvest conservation and management. In particular, fruit firmness resulted to be higher under RB and FR pre-harvest light treatments comparing to EOD and CK, opening to possible benefits toward the reduction of fruits losses during post-harvest handling. Nutraceutical quality also resulted positively influenced, showing the higher content of lycopene and β -carotene in fruits grown under RB light after 1 week of storage.

The research was performed within the framework of the project “Light on Shelf Life” (J56J20000410008) funded by the Italian Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies (MIPAAF) within the call “Fondo per il finanziamento di progetti innovativi, anche relativi alla ricerca e allo sviluppo tecnologico nel campo della shelf life dei prodotti alimentari e del confezionamento dei medesimi, finalizzati alla limitazione degli sprechi e all’impiego delle eccedenze”.

Keywords: supplemental lighting, light emitting diode, post-harvest, *Solanum lycopersicum*, interlighting.

L'illuminazione supplementare LED per promuovere la crescita di ortaggi da foglia in impianti acquaponici

Modarelli G.C.¹, Vanacore L.¹, Langellotti A.L.², Masi P.², Cirillo C.¹, Rouphael Y.¹, De Pascale S.¹
youssef.rouphael@unina.it

¹Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Via Università 100, Portici (NA)

²Centro di Ateneo per l'Innovazione e lo Sviluppo dell'Industria Alimentare (CAISIAL), Università di Napoli Federico II, Via Salute, Portici (NA)

Lo sviluppo di sistemi produttivi alimentari sostenibili, capaci di utilizzare le risorse in modo efficiente, costituisce una priorità mondiale. Una tecnica di produzione sostenibile ed efficiente è l'acquaponica, che vede nell'alimentazione dei pesci il solo input energetico per l'allevamento e la coltivazione delle piante, azzerando l'uso di fertilizzanti.

Nei mesi invernali, scarsa radiazione solare e basse temperature limitano attività metabolica e crescita di molti vegetali per ridotto assorbimento di nutrienti (es. nitrati e ammonio), che se accumulati negli impianti, risultano nocivi per i pesci. Pertanto i ricambi di acqua aumentano, causando incrementi di costi economici e ambientali. E' stato ipotizzato che, l'utilizzo di illuminazione supplementare, volta a garantire un *Daily Light Integral* (DLI) minimo costante in un impianto acquaponico, possa promuovere crescita e assorbimento di nutrienti da parte delle colture, migliorandone la tolleranza a pH sub-alcalini e alcalini.

L'obiettivo dello studio è stato valutare la risposta morfofisiologica in lattuga (*Lactuca sativa* L.), indivia scarola (*Cichorium endivia* var. *latifolia*) e indivia riccia (*Cichorium endivia* var. *crispum*), allevate in *floating raft*, in condizioni di luce naturale (LN) o di luce naturale integrata con 16 ore di illuminazione supplementare LED (LI, PPF medio: 118 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, DLI medio: 7 $\text{mol m}^{-2} \text{g}^{-1}$), in un impianto acquaponico a ricircolo, in combinazione con tilapie (*Oreochromis niloticus* L.).

I risultati ottenuti evidenziano una migliore risposta produttiva delle indivie rispetto alla lattuga, in entrambe le condizioni di illuminazione a confronto. La maggiore crescita è presumibilmente ascrivibile ad una maggiore capacità dei fotosistemi delle indivie di intercettare la luce. L'integrazione dello spettro, con 7 $\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$ giornalieri di luce supplementare fissa, ha promosso la crescita in tutte le specie, aumentando il numero di foglie e l'area fogliare totale. Ciò ha determinato una maggiore capacità fotosintetica a livello di pianta e quindi un incremento della velocità di crescita, con una maggior efficienza dell'uso dell'acqua in tutte le specie.

La crescita più contenuta osservata in lattuga è riconducibile ad una minor efficienza del fotosistema II, che destina parte degli elettroni ad altri processi non fotosintetici, quali dissipazione e/o fotorespirazione. Questo studio dimostra che l'integrazione dello spettro solare con luce supplementare, nei cicli di produzione invernali in acquaponica, è consigliabile per migliorare la crescita e l'assorbimento di nutrienti. Sono tuttavia necessari ulteriori studi per ottimizzare l'applicazione di luce supplementare, in modo da ridurre i consumi e sviluppare protocolli di coltivazione specie-specifici.

Parole chiave: luce bianca, biomassa, scambi gassosi, water use efficiency.

Monoterpene emission induces photoprotection under heat stress in grapevine

Bertamini M.^{1,2}, Faralli M.², Varotto C.², Grando M.S.^{1,2}, Cappellin L.^{2,3}

massimo.bertamini@unitn.it; michele.faralli@fmach.it

¹Center Agriculture Food Environment (C3A), University of Trento, Via. E. Mach 1, 38010 San Michele all'Adige, Italy

²Research and Innovation Centre, Fondazione Edmund Mach, Via E. Mach 1, 38010 San Michele all'Adige, Italy

³Department of Chemical Sciences, University of Padua, Via Marzolo 1, 35131 Padova, Italy

Heat stress (HS) negatively affects crop productivity and quality and further increases in average annual temperature as well as greater accumulation of extreme weather are predicted to occur in the next years leading to unpredictable effects on the agricultural sector. Previous studies provided extensive evidence on the potential role of terpene emission on abiotic stress tolerance in several species and, yet, scant information is available on grapevine. In this work, two *Vitis vinifera* cv. 'Chardonnay' clones (SMA130 and INRA809) differing for a mutation (S272P) of the *VvDXS1* gene encoding for 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate (the first dedicated enzyme of the 2C-methyl-D-erythritol-4-phosphate (MEP) pathway) and involved in the regulation of isoprenoids biosynthesis were investigated. *In vivo* measurements of maximum photochemical quantum yield of PSII (F_v/F_m) and gas-exchange measurements in the field highlighted significant differences between the clones, with INRA809 maintaining higher F_v/F_m and CO₂ assimilation rate under developing HS compared to SMA130. Concurrent assessment of leaf monoterpene emission showed a marked increase in monoterpene emission for INRA809 under elevated temperature while this was not evident in SMA130. Our study suggests that monoterpene emission in *Vitis vinifera* can induce HS tolerance and provides further insights on the photoprotective role of isoprenoids under high temperatures. We therefore suggest monoterpene emission as a potentially preferable trait in grapevine to induce HS tolerance and further work is focusing at evaluating the potential interaction between monoterpenes emission, photosynthetic stability and leaf evaporative cooling under different environmental scenarios such as developing soil moisture deficit and increasing air vapor pressure deficit.

Keywords: leaf monoterpene emission, heat stress tolerance, chlorophyll fluorescence, photosynthesis.

Risposte vegetative e produttive di sei cultivar di fragola unifere e rifio- renti sottoposte a diverse quantità di ore di freddo

Marcellini M., Mazzoni L., Balducci F., Mezzetti B., Capocasa F.

micol.marcellini@staff.univpm.it

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche,
60131 Ancona, Italia*

Le cultivar di fragola richiedono l'esposizione ad un adeguato numero di ore di freddo per superare la dormienza e garantire un'elevata produzione. Questa conoscenza è fondamentale per le varietà unifere ma risulta interessante verificare anche il comportamento delle nuove cultivar rifio-
renti e diventa ancor più rilevante per l'effetto che il cambiamento climatico sta determinando nella mitigazione delle temperature invernali, con conseguenze sullo sviluppo vegeto-riproduttivo delle piante.

Studi sul fabbisogno in freddo delle nuove cultivar di fragola risultano quindi molto importanti per riuscire a prevedere in modo più preciso i loro possibili areali di coltivazione. Con questo fine, si è studiata la risposta vegeto-riproduttiva di tre cultivar unifere ("Romina", "Sibilla", "Cristina") e tre rifio-
renti ("Albion", "Monterey", "S. Andreas") trattate con una diversa quantità di ore di freddo (1200, 700, 400, 0 ore a 4 °C). In particolare, sono stati valutati parametri vegetativi (altezza della pianta, lunghezza del picciolo fogliare, numero delle foglie, numero delle infiorescenze) e produttivi (indice di precocità, peso medio dei frutti, produzione commerciale, totale e scarto). I risultati hanno dimostrato che le piante non sottoposte ad ore di freddo, mostravano un habitus più compatto in termini di altezza della pianta e di lunghezza del picciolo fogliare. Inoltre, un maggior numero di infiorescenze è stato registrato con una diminuzione delle ore di freddo. Risultato interessante è che in assenza di ore di freddo, le differenze di epoche di maturazione tra varietà unifere precoci e tardive si sono annullate. Le cultivar rifio-
renti hanno presentato la stessa epoca di maturazione per le piante sottoposte a 0 e 1200 ore. Infine, l'intervallo da 0 a 400 ore di freddo risulta essere il fabbisogno ottimale in termini di resa produttiva per le cultivar rifio-
renti.

Parole chiave: *Fragaria x ananassa*, fabbisogno di freddo, dormienza, cultivar unifere, cultivar rifio-
renti.

Sessioni poster

Biodiversità e germoplasma

Analisi della diversità genetica tra accessioni di castagne europee e stima del relativo flusso genico

Alessandri S., Dondini L.

sara.alessandri4@unibo.it

DISTAL - Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari, Università di Bologna, Italia

L'unica specie autoctona del genere *Castanea* in Europa è la *Castanea sativa* Mill., un albero polivalente molto diffuso e importante nell'area mediterranea.

La caratterizzazione molecolare rappresenta un valido supporto per il recupero del germoplasma castanicolo ed è motivata dall'interesse per la valorizzazione delle produzioni locali al fine di renderne possibile la tracciabilità oltre che la corretta corrispondenza varietale.

In particolare, i microsatelliti sono stati utilizzati per caratterizzare la diversità genetica all'interno del patrimonio castanicolo, per un totale di 630 accessioni. I campioni sono stati analizzati ed allineati con 16 marcatori molecolari, precedentemente usati per la creazione del Dataset Europeo (Pereira-Lorenzo et al., 2017).

Le distanze genetiche tra le accessioni, calcolate tramite il coefficiente DICE, sono state utilizzate per costruire un'analisi cluster tramite in metodo UPGMA.

Successivamente, è stata effettuata una STRUCTURE analisi con l'obiettivo di ampliare la conoscenza genetica del castagno a livello europeo. È stato applicato un approccio bayesiano combinato con il metodo di simulazione Markov Chain Monte Carlo (MCMC).

Lo studio ha rivelato l'esistenza di due gruppi distinti di popolazioni di castagno: spagnolo e italiano. L'analisi ha rivelato anche una suddivisione per K 3 e K 4, con una netta separazione tra le cultivar del Nord e del Sud della Spagna dalle varietà italiane.

La variazione riscontrata a livello dei clusters può riflettere una combinazione di processi storici di migrazione, selezione e fattori di adattamento ai diversi ambienti tra le regioni italiane e quelle spagnole. L'analisi della varianza molecolare (AMOVA) ha mostrato un alto livello di diversità genetica all'interno delle popolazioni (92%), piuttosto che tra le popolazioni (8%).

Inoltre, è stato calcolato il flusso genico tra castagni coltivati e castagni selvatici: i risultati hanno rivelato un'introggressione spontanea nella variabilità castanicola, molto probabilmente dipesa dalla vicinanza con altri castagneti e con popolazioni naturali. La percentuale di varianza molecolare è del 99% all'interno delle popolazioni, indicando assenza di differenziazione genetica tra castagni selvatici e quelli coltivati.

In conclusione, l'analisi con marcatori molecolari è di fondamentale importanza per la protezione e il mantenimento di varietà locali e antiche che consentono di aumentare la variabilità allelica disponibile per i programmi di miglioramento genetico.

Parole chiave: *Castanea sativa* Mill., SSR, diversità genetica, conservazione del germoplasma, STRUCTURE analisi.

Caratterizzazione biomorfometrica e biochimica di varietà interspecifiche di (*Allium cepa* L.) di interesse orticolo

Branca F.¹, Treccarichi S.¹, Di Bella M.C.¹, Bianchi G.², Fibiani M.², Picchi V.², Lo Scalzo R.²
 maria.dibella@unict.it

¹Dipartimento di agricoltura alimentazione e ambiente (Di3A) via Valdisavoia, 5, 95123 Catania

²Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari (CREA-IT), Via G. Venezian, 26, 20133 Milano

Allium cepa L. è una pianta conosciuta ed utilizzata da secoli in tutto il mondo, importante nei Paesi in via di sviluppo a causa dei bassi costi di produzione che ne fanno un raccolto in grado di soddisfare la domanda di approvvigionamento alimentare. A seconda dello stadio di accrescimento alla raccolta, si distinguono in cipolle da serbo, con il bulbo maturo, quiescente e quindi in grado di poter essere conservato a lungo, e cipolle fresche, raccolte quando le foglie sono ancora verdi e il bulbo è in corso di accrescimento ovvero la cipolla da foglia. Il presente studio riguarda queste ultime, ampiamente apprezzate per la loro bassa pungenza. La cipolla presenta una elevata variabilità intraspecifica. In Sicilia attualmente è in crescita la domanda di diverse cultivar locali, storicamente coltivate negli orti urbani e suburbani. Queste cultivar sono apprezzate per la qualità nutrizionale, dovuta alla presenza di composti bioattivi con proprietà antiossidanti e antimicrobiche, quali polifenoli e vitamine, ma anche per le caratteristiche sensoriali. Sono state prese in esame quattro differenti cultivars: Cipolla Stoccarda, e Rossa Carmen, "cipudda agghiarola" (var. *viviparum*) e lo scalogno (var. *aggregatum*). Le accessioni fanno parte della banca del germoplasma del (Di3A) dipartimento di agricoltura alimentazione e ambiente (Di3A) dell'Università di Catania, e sono state coltivate in vaso in biologico. Differiscono tra loro per i colori, la dimensione dei bulbi e la lunghezza della guaina fogliare. Lo scopo di questo lavoro è quello di mettere in evidenza, promuovere e divulgare questo prodotto. A tal fine, il confronto tra differenti varietà intraspecifiche di *Allium cepa* ha riguardato la valutazione delle caratteristiche fenologiche e i rilievi bio-morfometrici. In seguito, i bulbi sono stati sottoposti ad analisi biochimiche comprendenti aspetti nutrizionali (acido ascorbico) e sensoriali (zuccheri, pungenza e sostanze volatili). Il contenuto in acido ascorbico è risultato compreso tra 3.53 (Stoccarda) e 4.84 (Walking Onion var. *aggregatum*) mg/100 g. La "cipudda agghiarola" var. *aggregatum* ha presentato i valori più alti di zuccheri, mentre la var. *viviparum* si è distinta per la bassa pungenza. Il profilo delle sostanze volatili delle "cipudde agghiarola" è risultato caratterizzato dalla presenza di quantità superiori di tiazoli, tiofeni e *trans*-propil disolfuro.

Parole chiave: biodiversità, composti antiossidanti, proprietà sensoriali, pungenza.

Caratterizzazione di alcune accessioni di nocciolo (*Corylus avellana* L.) della Sardegna centrale

Muroni A.¹, Satta D.¹, D'Hallewin G.², De Pau L.¹

amuroni@agrisricerca.it

¹*Servizio per la ricerca nell'arboricoltura AGRIS Sardegna, Via de Martini 244 – 07100 Sassari (Italy).*

²*Istituto Scienze Produzioni Alimentari – CNR – ISPA - UO SS, reg. Baldinca - 07100 Sassari (Italy)*

Negli ultimi 15 anni si assiste ad un rilancio della corilicoltura mondiale causato dalla forte richiesta di nocciole e derivati da parte dei consumatori, grazie alla riscoperta delle proprietà nutraceutiche delle nocciole. In Sardegna, soprattutto nelle regioni montane e altocollinari del centro dell'isola, è presente da secoli una corilicoltura limitata alle zone più vocate dove, lungo i corsi d'acqua, si è sviluppata una filiera del nocciolo, per lo più artigianale e di piccola industria di lavorazione, caratterizzata dalla produzione di dolci tipici, molto richiesti dai consumatori locali e dai turisti. Le nocciole costituiscono quindi un'importante produzione frutticola di montagna, caratterizzata da una filiera corta produttore-consumatore, che alimenta un indotto costituito da produzioni tipiche locali, aziende agrituristiche, sagre e fiere che incrementano il turismo enogastronomico, soprattutto in autunno e in inverno. La ricerca di AGRIS Sardegna pertanto mira ad una ripresa della corilicoltura sarda che prevede anche di salvaguardare le accessioni locali, particolarmente interessanti dal punto di vista sensoriale, che la popolazione ha da sempre custodito, grazie anche agli Agricoltori custodi e ai Comitati per la biodiversità dei comuni corilicoli sardi. Molte di queste accessioni si ritrovano spesso conservate a fianco alle cultivar nazionali, introdotte negli anni 70, e conferiscono alla corilicoltura della Sardegna un alto grado di biodiversità. La maggiore produttività delle varietà di nocciole nazionali ha però mettendo in pericolo la sopravvivenza delle accessioni corilicole locali che AGRIS Sardegna, con CNR ISPA e altre istituzioni, sta studiando, dal 2015, al fine della loro valorizzazione tramite caratterizzazione morfologica, tecnologica, genetica, fitopatologica, sensoriale e chimica. Nei principali comuni corilicoli sardi sono state individuate 60 accessioni di nocciolo, che sono state geolocalizzate e analizzate dal punto di vista fenologico e morfologico relativamente all'albero, alle foglie, ai frutti e ai semi utilizzando le schede GLBA. Sono state studiate quindi le caratteristiche tecnologiche e fitopatologiche dei semi e quelle genetiche tramite Microsatelliti SSR. L'Analisi Sensoriale iniziata per alcune accessioni, verrà completata per le migliori nel corso dell'anno. Le analisi chimiche sulle nocciole sono in corso presso il CNR ISPA di Sassari con cui collaboriamo. I dati ottenuti sono stati elaborati statisticamente e i risultati hanno evidenziato una interessante variabilità delle caratteristiche morfologiche e tecnologiche che stimola a proseguire gli studi per la salvaguardia della biodiversità corilicola sarda.

Parole chiave: nocciolo, biodiversità, fenologia, caratterizzazione morfologica, nutraceutica.

Caratterizzazione di olivastri spontanei (*Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot.) selezionati in Sardegna

Piras F.¹, Pili G.¹, Sedda P.¹, Cauli E.¹, Campus M.¹, Muntoni M.¹

fpiras@agrisricerca.it

Servizio Ricerca nelle filiere olivicolo-olearia e viti-enologica, AGRIS Sardegna - Agenzia per la ricerca in agricoltura, S.S. 196 Villasor-Villacidro, Km. 14,600, 09034 Villasor, Italy

In Sardegna, l'olivo (*Olea europaea* L.), riveste un ruolo importante dal punto di vista produttivo e dal punto di vista naturalistico. È infatti presente sia nella forma coltivata (*Olea europaea* L. var. *europaea*) che nella forma selvatica (*Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot.). La coltivazione è praticata in tutti i territori comunali sebbene vi siano delle zone che si distinguono per maggiore intensità di coltivazione. Sono coltivate quasi esclusivamente le varietà tipiche dell'Isola, circa venti, ma gran parte della superficie è occupata da poche varietà: Bosana, Tonda di Cagliari, Nera di Villacidro, Semidana. La forma selvatica rappresenta un contenitore di biodiversità eccezionale, diffusa in quasi tutto il territorio isolano, con numerosissimi individui caratterizzati da elevato polimorfismo fenotipico e genetico. L'olivo selvatico, infatti, si origina per via gamica attraverso autofecondazione, incrocio inter o intra varietale, incrocio tra individui selvatici o, per via della interfertilità, tra individui selvatici e varietà coltivate. Si rinviene con portamento cespuglioso o arboreo, anche con esemplari millenari dalle dimensioni eccezionali, custodi di un antico genoma. La maggior parte degli individui produce frutti di piccole o piccolissime dimensioni, ma qualche albero si distingue per produrre drupe con dimensioni assimilabili a quelle delle varietà coltivate.

Prendendo spunto da questo, nel 2018 è stato avviato un lavoro che sin ora ha portato ad individuare e selezionare sul territorio 134 olivi selvatici in età produttiva, con caratteristiche delle drupe (dimensione) e/o produttività tali da poterne ipotizzare un utilizzo ai fini produttivi (olive e olio), anche in coltivazioni intensive o super intensive. Da ogni albero individuato sono state prelevate drupe nella fase fenologica di massimo sviluppo (invaiatura/maturazione) dalle quali sono stati rilevati dati biometrici, quali il peso medio e il rapporto polpa nocciolo, oltre che il contenuto in grasso delle paste.

Per alcune delle accessioni selezionate, piccole quantità di olive sono state lavorate con un mini frantoio al fine di estrarne l'olio, successivamente caratterizzato dal punto di vista chimico e sensoriale. Il peso medio delle drupe varia da 0,3 a 7,5 grammi, valori che in numerose accessioni, sono risultati paragonabili o anche superiori a quello delle olive di varietà diffusamente coltivate in Sardegna, quali la Bosana (2-4 g) e la Tonda di Cagliari (6-8 g). Le accessioni che appaiono più interessanti si stanno utilizzando per realizzare un campo sperimentale, con la finalità di osservarne il comportamento agronomico e produttivo in condizioni di coltivazione ordinaria, inoltre verranno caratterizzate dal punto di vista genetico.

Parole chiave: olivastro, olivo selvatico, *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot., Sardegna.

Caratterizzazione e valorizzazione della biodiversità nel campo di germoplasma di olivo di Pergusa, un caso studio: il *Lupinus* spp.

Scoto A.¹, Spina A.², Barbera A.C.³, Leonardi G.³; La Rosa S.⁴, Pellegrino A.⁴, Cavallaro V.⁴
valeria.cavallaro@cnr.it

¹Responsabile Servizio Agricoltura del Libero Consorzio Comunale di Enna, Enna, IT

²CREA-Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Acireale, IT

³Di3A - Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania, IT

⁴CNR-Istituto per BioEconomia (IBE), Catania IT

Nelle aree interne siciliane, la presenza di un'adeguata copertura vegetale dei suoli durante i mesi autunno-vernini riduce significativamente la perdita degli strati superficiali più fertili di terreno legata ai processi di erosione, favorendo l'infiltrazione di acqua e la conseguente maggiore disponibilità per le colture. La scelta agronomica delle specie da impiegare, tuttavia, dovrebbe coniugare diverse esigenze quali, mantenere una sufficiente copertura del suolo durante il periodo piovoso; non entrare in competizione con le specie agrarie durante il periodo siccitoso, assicurare un'elevata adattabilità all'ambiente. In quest'ottica, le specie spontanee appartenenti alla famiglia delle Fabaceae, con la loro capacità di fissare l'azoto atmosferico e renderlo disponibile per le piante coltivate, possono fornire un valido contributo. Sulla base di queste considerazioni, in un'area rappresentativa della collina interna siciliana, il campo di germoplasma dell'olivo del Libero Consorzio comunale di Enna, sito a Pergusa, in contrada 'Zagaria', è stato effettuato un primo studio volto al riconoscimento botanico e alla caratterizzazione delle caratteristiche morfologiche dei baccelli e dei semi di alcuni dei genotipi autoctoni di leguminose, in particolare di *Lupinus* spp.

I primi risultati ottenuti hanno evidenziato quanto segue: i due genotipi presentavano caratteristiche morfo-biologiche diverse dei baccelli e dei semi che ne hanno permesso la classificazione botanica nelle due specie di lupino: *Lupinus albus* L. e *Lupinus angustifolius* L.

L'elevata rusticità, consente alle due specie di resistere, nei mesi invernali, alle generalmente fredde che contraddistinguono l'areale e di crescere e svilupparsi in terreni sabbiosi e poveri di sostanze nutritive. Queste leguminose spontanee possiedono un'elevata capacità di autoriseminarsi grazie alla deiscenza dei baccelli e con il loro ciclo biologico autunno-vernino-primaverile assicura la copertura invernale del terreno evitando la competizione estiva per l'acqua con le piante di olivo.

Come per gli altri legumi, inoltre, il lupino fissa l'azoto in un'interazione simbiotica con i batteri specifici (*Bradyrhizobium lupini*) della rizosfera arricchendo naturalmente il terreno di questo fondamentale elemento nutritivo. Queste caratteristiche rendono questi genotipi particolarmente idonei a fungere da copertura vegetale nelle aree collinari interne della Sicilia con suoli sciolti con pH neutro o subacido.

Concludendo, favorire la crescita spontanea di queste importanti specie autoctone con idonee tecniche di gestione del suolo (agricoltura conservativa) o valorizzarle migliorandone la germinabilità e la produzione commerciale di seme, può rappresentare un prezioso contributo sia per preservare l'ambiente dai rischi di erosione, che per aumentare la sostenibilità ambientale ed economica dei sistemi produttivi arborei delle aree interne.

Parole chiave: *Lupinus* spp., caratterizzazione morfo-fisiologica, cover crops.

Caratterizzazione fenologica e qualitativa di genotipi locali di fagiolo coltivati in diversi ambienti veneti

Nicoletto C., Galvão A.C., Cavallin R., Zanin G., Sambo P.

carlo.nicoletto@unipd.it

Dipartimento di Agronomia Alimenti Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

I legumi fanno parte della dieta umana da più di 10000 anni e, in Italia, rappresentano un aspetto importante della tradizione gastronomica che si è nuovamente rafforzato negli ultimi anni. In un contesto di cambiamenti climatici e aumento delle possibili fonti di stress per le colture appare utile individuare genotipi in grado di tollerare e adattarsi a condizioni sfavorevoli. È quindi necessario reperire genotipi adatti alle nuove condizioni anche nell'ottica di un possibile impiego in agricoltura biologica caratterizzata, come noto, da minori input e spesso localizzata in aree marginali. Questo lavoro ha caratterizzato genotipi locali di fagiolo, soprattutto veneti, con l'obiettivo di evidenziare le varietà dotate di adattabilità ai cambiamenti climatici, produttività e qualità. Sono stati considerati 27 genotipi, 8 nani e 19 rampicanti, in due ambienti di coltivazione, pianura e montagna. Sui diversi parametri agronomici e qualitativi si è stato verificato l'effetto dei fattori genotipo e ambiente. Sono state effettuate delle osservazioni fenologiche (utilizzando la scala BBCH) e la granella ottenuta è stata analizzata per diversi parametri fisici, quali resa unitaria, densità, dimensioni, capacità di imbibizione, consistenza del tegumento e dei semi interi. Dal punto di vista chimico-composizionale sono stati analizzati i fenoli totali, la capacità antiossidante totale e il profilo amminoacidico. In pianura si è osservata una maggior durata della fase riproduttiva e un anticipo dell'indurimento dei semi. L'ambiente di coltivazione montano si è dimostrato maggiormente vocato per la coltivazione dei genotipi locali di fagiolo, avendo fornito una resa migliore, con fagioli di dimensioni e densità maggiori. Inoltre il ciclo colturale nel ambiente di montagna è stato più corto rispetto a quello di pianura. Tuttavia, per alcuni parametri fisici (es. consistenza) e la composizione chimica i fagioli coltivati in montagna non hanno mostrato caratteristiche migliori. Solamente nei genotipi nani si è osservato un aumento dei fenoli con l'altitudine, mentre il contenuto di alcuni amminoacidi è risultato globalmente maggiore in pianura. Considerando i contenuti di amminoacidi essenziali nei diversi genotipi, si è potuta osservare una sostanziale omogeneità, anche se sono stati riscontrati contenuti leggermente superiori in alcuni genotipi, ad esempio nel caso del genotipo 1, con treonina e metionina, e del 32, con fenilalanina e valina, pur non differenziandosi significativamente da altri genotipi.

Parole chiave: biodiversità, texture, antiossidanti, amminoacidi.

Caratterizzazione fenotipica e genetica di germoplasma siciliano di pero per la identificazione di caratteri di interesse agronomico

Bennici S.¹, Las Casas G.², Distefano G.¹, Di Guardo M.¹, Allegra F.², Continella A.¹, Nicolosi E.¹, Dondini L.³, De Franceschi P.³, Ferlito F.², Gentile A.¹, La Malfa S.¹

stefania.bennici@hotmail.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia

²Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria Centro di Ricerca Olivicoltura, frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA), Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT), Italia

³Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari - Università di Bologna

Il pero è una delle specie da frutto più antiche e maggiormente coltivate nelle zone temperate. Il territorio del Monte Etna, grazie alla sua moltitudine di microclimi, suolo e condizioni orografiche ed alle antiche pratiche di coltivazione determina un'ampia variabilità fenotipica e genetica nelle specie da frutto coltivate, in particolare su diversi tratti agronomici e qualitativi del frutto, epoca di fioritura e maturazione.

Il germoplasma di pero analizzato in questo lavoro, che include genotipi selvatici, varietà locali e varietà coltivate sia nazionali che internazionali, è stato fenotipizzato e genotipizzato attraverso, rispettivamente, il monitoraggio delle fasi fenologiche in relazione all'andamento stagionale e l'utilizzo di marcatori molecolari SSRs con lo scopo di valutare il livello di variabilità e le relazioni filogenetiche.

La caratterizzazione fenologica della collezione di germoplasma ha evidenziato la predominante presenza di varietà con il carattere "basso fabbisogno in freddo" potenzialmente utile come fonte di selezione per questo tratto agronomico. L'analisi SSRs ha rivelato un'elevata variabilità genetica e la presenza di una stratificazione genetica con una sottopopolazione 'selvatica' che caratterizza principalmente le specie selvatiche e che ha avuto un ruolo importante nell'origine di molte delle varietà locali. Lo stesso germoplasma è stato analizzato relativamente alla composizione degli alleli S. Il genere *Pyrus* è caratterizzato infatti da un sistema di auto-incompatibilità gametofitica basato su S-RNasi. L'analisi PCR basata sull'utilizzo di primer 'consensus' e specifici ha permesso di identificare 24 alleli S presenti in 48 genotipi che hanno mostrato una distribuzione eterogenea fra i vari gruppi analizzati, incluso quello delle varietà locali riflettendo una complessa storia di ibridazione.

I risultati forniscono importanti informazioni sulle caratteristiche agronomiche e genetiche del ricco germoplasma siciliano che possono essere sfruttate nella pianificazione di programmi di breeding e lo sviluppo di nuove cultivar con migliorati tratti agronomici inclusi l'adattabilità a diverse condizioni pedoclimatiche e la resistenza a fattori di stress biotici.

Parole chiave: *Pyrus communis*, *P. pyraeaster*, *P. amygdaliformis*, struttura genetica, locus S.

Struttura genetica del germoplasma di nocciolo (*Corylus avellana* L.) della Sardegna centrale

Rigoldi M.P., Frau A., Muroli A.

mprigoldi@agrisricerca.it

Servizio per la Ricerca in Arboricoltura, Agenzia per la Ricerca in Agricoltura della Regione Autonoma della Sardegna (AGRIS Sardegna), Via Demartini 244, Sassari, Italy

In Sardegna la coltivazione del nocciolo trova tradizione specialmente nelle aree geografiche della Barbagia e parte del Mandrolisai. Attualmente la corilicoltura sarda è poco sviluppata ma alla fine degli anni '20 la Sardegna si collocava al quarto posto in Italia. Ad oggi le accessioni locali si ritrovano spesso a fianco a cultivar nazionali e internazionali introdotte negli ultimi 70 anni. In questo quadro per garantire la produzione di dolci tipici locali (caschettes, buconettes, pastinas e torrone), le nocciole vengono anche acquistate sul mercato extraisolano, dove domina ancora l'approvvigionamento dalla Turchia nonostante la presenza di una corilicoltura italiana assodata ed in crescita (progetto "Nocciola Italia"). Il tentativo delle imprese dolciarie artigiane di ottenere un marchio di certificazione di qualità e di tipicità sta inducendo a rilanciare la produzione locale, sia delle cultivar più affermate che di quelle sarde.

A sostegno di questa iniziativa del settore si è avviato uno studio del germoplasma presente nella Sardegna centrale (genotipi locali particolarmente interessanti sia dal punto di vista nutraceutico che sensoriale), individuati nelle località di Aritzo, Belvì, Tonara, Austis, Tiana.

Una prima fase del lavoro è stata la caratterizzazione mediante l'uso di marcatori molecolari microsatellite (SSR) di 70 accessioni, contemporaneamente osservate dal punto di vista fenologico e biomorfometrico. A queste accessioni sono state affiancate alcune cultivar di riferimento certe. Sono stati utilizzati 11 SSR specifici fra i più noti in bibliografia (B507, B029b, K8923, B619, B706, A635, A613, A614, A604, B671, B767). Per studiarne la struttura genetica sono state calcolate le statistiche descrittive con il software Pop Gene 1.31 e sono stati elaborati i profili SSR attraverso cluster analysis; quest'ultima ha distribuito le cultivar in un dendrogramma di somiglianza genetica tracciato secondo metodologia UPGMA. Sono stati messi in luce: 4 gruppi con profili genetici corrispondenti, chiarendo anche la distribuzione delle stesse varietà nelle diverse località; 3 gruppi con distanza genetica tra lo 0.1 e lo 0.2 sulla scala. I restanti 32 genotipi sono risultati distanti in una media intorno allo 0.6. Lo studio della popolazione è stato completato con un'analisi della distribuzione delle frequenze alleliche. Il risultato dello studio evidenzia dei punti in comune con le cv di riferimento ma anche una variabilità propria che attesta la presenza di una tipicità del territorio.

Il lavoro è stato un primo approccio alla caratterizzazione del germoplasma sardo del nocciolo che proseguirà effettuando la correlazione dei risultati di caratterizzazione genetica con i dati fenologici e biomorfometrici.

Parole chiave: nocciolo, biodiversità, caratterizzazione genetica, microsatelliti, SSR.

Caratterizzazione genetica di una collezione di mandorlo ed analisi del profilo aromatico del seme, allo stato fresco e dopo tostatura

Di Guardo M.¹, Farneti B.², Khomenko I.², Modica G.¹, Mosca A.¹, Distefano G.¹, Bianco L.², Troglio M.², Sottile F.³, La Malfa S.¹, Biasioli F.², Gentile A.¹

mario.diguardo@unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia

²Centro di Ricerca ed Innovazione (CRI), Fondazione Edmund Mach, San Michele all' Adige, Trento, Italia

³Dipartimento di Architettura, Università di Palermo, Viale delle Scienze, Ed. 14 90128, Palermo, Italia

Nell'ambito delle specie da frutta secca, il mandorlo è particolarmente apprezzato sia per le caratteristiche organolettiche che per gli elevati apporti nutraceutici del seme. Fra gli aspetti principali relativi alla qualità della mandorla, il profilo aromatico riveste una notevole importanza nell'influenzare la scelta del consumatore e la qualità complessiva del prodotto. Il lavoro si prefigge di caratterizzare il *bouquet* aromatico di una collezione di mandorlo composta da 96 accessioni siciliane e da 10 fra le cultivar di maggiore interesse presenti nel panorama nazionale ed internazionale. Gli aromi sono stati caratterizzati mediante l'utilizzo di un PTR-ToF-MS (*proton-transfer time-of-flight mass spectrometer*) sia sul prodotto fresco che su mandorle tostate (150 °C per 15 minuti). Le analisi hanno consentito l'individuazione di 150 masse connesse ai composti organici volatili (VOC); di queste, 68, per lo più relative a composti solforati e aldeidi, hanno registrato un aumento significativo a seguito della tostatura mentre 54, soprattutto alcoli e terpeni, hanno registrato invece una riduzione.

Parallelamente, le 106 accessioni sono state genotipizzate utilizzando un Illumina *SNP-chip array* sviluppato per pesco. Dei 18.000 SNP, 471 sono risultati polimorfici in mandorlo e sono stati utilizzati per analisi di genetica di popolazione. L'analisi di struttura ha identificato la presenza di tre sottopopolazioni, con le accessioni siciliane caratterizzate da una stratificazione genetica diversa rispetto a quella riscontrata nelle selezioni pugliesi ed interazionali. L'analisi del *linkage-disequilibrium* (LD) ha evidenziato un veloce decadimento dell'associazione fra due marcatori ($r^2=0,083$) confermando l'elevata eterozigotità del mandorlo. La disponibilità di SNP polimorfici su mandorlo e pesco ha consentito di stimare con precisione l'elevata sintonia fra i due genomi ($r^2=0,96$).

I dati fenotipici e genotipici sono stati inoltre integrati per uno studio preliminare di *genome-wide association* (GWAS). Lo studio ha consentito l'identificazione di marcatori associati significativamente a 31 VOCs relativi alla mandorla fresca e 33 coinvolti nel profilo aromatico della mandorla tostata. Questo lavoro pone le basi per l'identificazione di marcatori molecolari associati a caratteri di interesse che possono essere utilizzati in programmi di miglioramento genetico finalizzati all'ottenimento di cultivar caratterizzate da elevato profilo aromatico del prodotto fresco e/o tostato.

Parole chiave: *Prunus dulcis*, GWAS, VOC, SNP, struttura genetica.

Evoluzione fenologica di tre cultivar di mango coltivate in serra e in pieno campo in Sicilia

Scuderi D., Gianguzzi G., Tinebra I., Farina V.

dario.scuderi@unipa.it

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) - Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, ed. 4, Palermo.*

L'evoluzione fenologica dei germogli di tre cultivar internazionali di mango – *Keitt*, *Osteen* e *Tommy Atkins* – è stata osservata, dal momento della piena fioritura sino all'inizio della fase di maturazione dei frutti, su piante coltivate in pieno campo e in serra in Sicilia. Obiettivo della prova è stato quello di valutare l'effetto delle temperature sulla fenologia delle piante allevate all'aperto e sotto apprestamento protettivo. Lo scopo della coltivazione in serra del mango è quello di proteggere le piante dalle temperature minime durante l'inverno nei climi temperati e subtropicali, ma non è ancora nota la tolleranza delle piante alle temperature massime che possono essere raggiunte sotto la copertura in questi climi. A tale scopo, è stata monitorata la temperatura all'interno delle due stazioni ed è stato possibile osservare differenze importanti nelle temperature massime registrate durante l'estate. A seguito dell'avvenuta allegazione dei frutti delle tre varietà, è stata monitorata anche la crescita diametrica degli stessi e calcolato il tasso di crescita relativo. Quest'ultimo è stato messo a confronto con il numero di giorni dalla piena fioritura necessario per raggiungere le dimensioni finali dei frutti nelle due condizioni colturali. Si è osservato che le piante coltivate all'interno della serra raggiungono le macro-fasi fenologiche della fioritura, dell'allegazione e della maturazione dei frutti, con un anticipo di almeno 30 giorni rispetto alle stesse piante coltivate in pieno campo. Le curve di crescita dei frutti, invece, mostrano un effetto di rallentamento della stessa nei frutti cresciuti all'interno della serra, rispetto a quelli, delle medesime varietà, sviluppatasi in pieno campo. Se da un lato la presenza della serra consente di anticipare il posizionamento sul mercato del prodotto fresco dall'altro occorre prestare attenzione all'evoluzione delle fasi fenologiche della pianta e alla maturazione del frutto.

Parole chiave: *Mangifera indica* L., frutticoltura protetta, fenologia, clima mediterraneo, crescita del frutto.

I vitigni gioiello dell'Etna: dalla caratterizzazione al possibile impiego a fini enologici

Nicolosi E.¹, Ferlito F.², Rapisarda L.¹, La Malfa S.¹, Sparacio A.³, Sparla S.³, Marletta A.⁴, Gentile A.¹

enicolo@unict.it

¹*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania, Italia*

²*CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale, Italia*

³*IRVO, Istituto Regionale del Vino e dell'Olio, Via libertà 66, 90143 Palermo, Italia*

⁴*Freelance*

I vitigni gioiello dell'Etna (vitigni 'reliquia'), ritrovati nei vecchi impianti alle falde del vulcano Etna, nei tre versanti vocati per la vitivinicoltura, rappresentano piante rare, presenti in quei territori da tempo immemorabile ma in numero assai limitato di esemplari e, pertanto, a rischio di estinzione. La presenza della viticoltura nel territorio etneo è molto antica e, pertanto, oggi, non è raro imbattersi in esemplari di vitigni che sono sopravvissuti a diverse vicissitudini grazie alla loro forte resilienza, ma anche grazie all'impegno ed alla dedizione di anziani viticoltori che hanno custodito per anni queste risorse genetiche. Il lavoro di reperimento e di caratterizzazione di vitigni antichi sull'Etna è iniziato a metà degli anni 2000 grazie alla collaborazione con alcuni viticoltori che hanno condiviso la particolarità di alcuni vitigni da loro custoditi. I vitigni più interessanti individuati, sia a bacca nera che bianca, dai nomi particolari (Terribile, Zzinèuru, Virdisi, Madama nera, Madama bianca, Vispara, Bianchetta, Barbarossa Etna, Moscatella nera, Muscatidduni, Tribboti, ecc), sono stati propagati e custoditi in un campo collezione presso l'Azienda Agraria Sperimentale dell'Università di Catania. Di tali vitigni, dopo una attenta ricerca bibliografica, è stata eseguita una caratterizzazione morfologica, ampelografica e molecolare e ad ottobre 2019 e 2020, presso la Cantina Sperimentale di Marsala dell'Istituto Regionale della Vite e dell'Olio (IRVO), sono state effettuate le prime microvinificazioni in purezza. Sia pure con i limiti dovuti alla ridotta quantità di uve raccolte (circa 40 kg per ciascun vitigno), è stato possibile individuare alcune caratteristiche quali l'acidità, il contenuto in polifenoli, le caratteristiche aromatiche davvero interessanti e, per alcuni dei vitigni saggiati, è stato possibile intravedere un buon potenziale enologico, legato soprattutto agli aromi ed ai profumi espressi. Lo studio approfondito di questi uvaggi può, pertanto, contribuire a perseguire due obiettivi: da un lato la valutazione della loro attitudine alla vinificazione in purezza e, dall'altro, la possibilità di contribuire ed impreziosire altri uvaggi già esistenti. L'attività di reperimento e caratterizzazione dei vitigni gioiello non si conclude pertanto con la loro conservazione per prevenirne l'erosione genetica ma si spinge alla loro piena valorizzazione attraverso il loro potenziale utilizzo per la produzione di vini ancora più legati al territorio, al marchio Etna, con caratteristiche di unicità, e destinata a circuiti esclusivi quali quelli legati all'enoturismo. A tal proposito è in corso la fase di moltiplicazione e di registrazione dei vitigni per la loro reintroduzione nel territorio etneo.

Parole chiave: caratterizzazione, *Vitis vinifera* L., biodiversità, enologia.

Il contributo di specie geofite della flora siciliana all'innovazione nel florovivaismo

Toscano S., Tribulato A., Romano D.

dromano@unict.it

Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

Il comparto florovivaistico manifesta più degli altri comparti agricoli esigenze di innovazione produttiva, necessaria per rispondere all'interesse del mercato verso nuovi prodotti. Una via classica per ottenerla è l'introduzione in coltura di nuove specie, provenienti dalla flora esotica, dalla valorizzazione di piante presenti negli orti botanici o dalla flora autoctona. Se tradizionalmente nel processo di innovazione è stata favorita l'introduzione di specie da altri Paesi, recentemente l'attenzione si è focalizzata sulle piante autoctone che possono rappresentare potenziali risorse per l'innovazione di prodotto, soprattutto nel florovivaismo ornamentale grazie alla notevole adattabilità a stress biotici e abiotici.

In questo contesto l'attenzione è stata rivolta alle geofite autoctone siciliane, analizzando preliminarmente quelle presenti nella *Checklist of the vascular flora of Sicily* di Raimondo et al. (2010). Le specie individuate sono state 418, riconducibili a 53 famiglie botaniche. Rilevante è l'incidenza delle Orchidaceae con 82 specie (20% del totale), Alliaceae (39 specie 9%), Hyacinthaceae (32 specie 8%) ed Iridaceae (26 specie 6%). In quasi tutti i casi si tratta di piante a fioritura piuttosto vistosa, il che ne accresce l'interesse ornamentale. Il 25% delle specie sono stenomediterranee e il 19% sono endemiche o subendemiche. Le specie individuate possono essere ricondotte soprattutto al gruppo delle geofite bulbose (57% del totale) e delle rizomatose (41%).

Sulla base dell'origine (sono state scelte piante native dell'ambiente mediterraneo) e delle caratteristiche estetiche (sono state privilegiate specie a fioritura vistosa), il gruppo iniziale è stato ristretto per individuare le specie della flora spontanea siciliana maggiormente suscettibili di valorizzazione a fini estetici. Sono state così individuate 105 specie, appartenenti a 19 famiglie botaniche, sulle quali sono state avviate indagini in campo.

I risultati, ancora preliminari, attestano che la fioritura di queste specie interessa soprattutto la stagione primaverile. Le dimensioni della pianta, spesso contenute, ammettono la loro utilizzazione come piante da vaso o da giardino. L'adattabilità, soprattutto quella pedologica, vista la loro presenza in ambienti marginali, appare molto buona. L'introduzione in coltura di tali specie richiede naturalmente tempi lunghi per potere mettere a punto specifici protocolli tecnici sia per la fase vivaistica che per quella di coltivazione. La disponibilità di materiali di propagazione e di funzionali schemi di coltivazione potrebbe contribuire, non solo all'innovazione del florovivaismo meridionale, ma anche all'ottenimento di materiali utili per la ricomposizione ambientale e per preservare la biodiversità mediterranea.

Parole chiave: bulbose, biodiversità, specie autoctone, innovazione di prodotto, piante ornamentali.

Il mirto (*Myrtus communis* L.) e la sua variante fenotipica con frutti non pigmentati

Medda S., Dessena L., Mulas M.

s.medda1@studenti.uniss.it

Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari

Il processo di domesticazione e selezione varietale del mirto (*Myrtus communis* L.) ha offerto la possibilità di esplorare la variabilità fenotipica della specie valorizzando anche alcune linee costituite da cloni con frutti pigmentati e non pigmentati.

Alcune selezioni, come la cultivar 'Angela' hanno notevole vigore vegetativo e sembrano decisamente utilizzabili per la produzione di biomassa fogliare da destinare alla produzione di olii essenziali o altri estratti di interesse alimentare o medicinale, come quelli appartenenti alla famiglia dei polifenoli. Il vigore vegetativo e alcune particolarità morfologiche di questa cultivar, tuttavia, hanno consentito una sua completa caratterizzazione per il valore ornamentale, suggerendo indicazioni sia per la produzione di piante in contenitore di grande effetto, che di esemplari da giardino di medio sviluppo.

Il valore ornamentale risiede non solo nelle foglie di grandi dimensioni e dei germogli discretamente lunghi, ma nella notevole lunghezza del peduncolo (oltre 2 cm) e nella straordinaria lunghezza del periodo di permanenza dei frutti (oltre gennaio) che mantengono una colorazione tipicamente bianco-verdastra con effetto decorativo ininterrotto dalla formazione dei bocci fiorali ad aprile.

Altra selezione di grande interesse è la cultivar 'Grazia' che oltre al notevole vigore vegetativo, comune a tutte le selezioni a frutti non pigmentati, è anche altamente produttiva e con frutti a maturazione precoce particolarmente dolci e gradevoli. Questi sono risultati adatti alla produzione di un infuso idroalcolico a freddo che può costituire una valida alternativa alla base del liquore mirto bianco normalmente ottenuto dalle foglie con relativi problemi legati a gusti eccessivamente tannici ed erbacei e colorazione bruna intensa.

L'assenza di pigmentazione antocianica nei frutti non sembra in realtà collegata ad un minor contenuto di polifenoli totali e a minori proprietà antiossidanti delle biomasse fogliari e dei frutti. Si ritiene pertanto di grande interesse scientifico l'approfondimento delle conseguenze metaboliche della mancata biosintesi antocianica in questi genotipi.

Parole chiave: mirto, cultivar, bacche, pigmentazione, polifunzionalità.

Incremento della variabilità genetica in *Hydrangea* spp., attraverso lo sviluppo di tecniche *in vitro* e con il supporto di marcatori SSR

Nesi B.¹, Burchi G.¹, Morcia C.², Terzi V.², Mansuino A.³

nesi.beatrice@crea.gov.it

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo Sede di Pescia Via dei Fiori, 8, 51017 Pescia (PT), Italy

²Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria Centro di ricerca Genomica e Bioinformatica, Via San Protaso 302, 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC), Italy

³Azienda Mansuino, Strada Villetta 31/2, 18038 Sanremo (IM)

Tra le circa 70 specie di *Hydrangea*, originarie del sud-est dell'Asia e del nord e sud dell'America, ve ne sono molte con caratteri ornamentali interessanti. L'*Hydrangea* è tradizionalmente utilizzata come pianta da giardino e da vaso, anche se sta guadagnando nuovi mercati come fiore reciso, sia fresco che secco. Per espandere ulteriormente il suo mercato, necessita di ampliare la variabilità genetica, mediante lo sviluppo di nuovi ibridi, attraverso il ricorso all'ibridazione intra e interspecifica. Nei programmi di breeding di *Hydrangea* si cerca di combinare buoni caratteri estetici, la rifioritura, cioè la capacità di fiorire non solo sulla gemme apicali, ma anche su quelle ascellari (serie "Endless Summer", "Elegance" e "Coco", o Forever-Ever), con una buona resistenza al freddo. Fattori limitanti per il successo dell'ibridazione sono l'aborto prematuro degli embrioni e la disomogeneità e/o bassa percentuale di germinazione dei semi (Mohapatra e Rout, 2005). Alcune tecniche di coltura *in vitro*, come l'*ovary* e il *seed rescue*, possono essere utilizzate per superare questi limiti ed aumentare l'efficienza dell'ibridazione. Nella coltura *in vitro* di ovari immaturi, sono stati messi a confronto diversi sistemi di taglio e diverse epoche di raccolta dell'ovario, al fine di sviluppare embrioni e consentire la crescita di nuovi genotipi. Sono stati inoltre valutati due diversi sistemi di disinfezione dei semi e due substrati impiegati per la germinazione *in vitro* dei semi. Infine è stata effettuata una caratterizzazione genetica del germoplasma, utilizzato per effettuare incroci intra ed interspecifici e del nuovo materiale ottenuto, cioè nuovi ibridi con caratteri fenotipici interessanti, mediante il ricorso a marcatori molecolari SSR. Per rendere più efficiente l'ibridazione, il sistema di taglio longitudinale degli ovari immaturi allevati *in vitro* e la loro raccolta dopo 150 giorni dall'impollinazione, può essere considerata la migliore tecnica da applicare sui frutti, per consentire la crescita delle piantine. La sterilizzazione dei semi prima della messa *in vitro*, può essere fatta per immersione prima in Et-OH al 70% per 30sec. e successivamente in una soluzione di NaOCl al 5% di cloro attivo, per 10 minuti, seguita della messa *in vitro* su un substrato di coltura di Gamborg B5, senza ormoni contenete PPM®.

L'analisi dei cluster è stata effettuata in modo indipendente per ibridi intraspecifici e interspecifici. Gli ipotetici ibridi analizzati hanno confermato di derivare da incroci, nessuna identità tra ibridi e genitori è stata osservata. Diversi ibridi si raggruppano con i rispettivi genitori, un esempio è il cluster che include la varietà Rodeo e gli ibridi derivati Harlequin x Rodeo, G. Shadow x Rodeo, Nymphe x Rodeo, a conferma che sono geneticamente vicini.

Parole chiave: ortensia, breeding, coltura di ovari, SSR.

Le risorse genetiche come fonte di caratteri per il miglioramento della resilienza e della qualità delle cultivar di fragola

Balducci F., Mezzetti B., Mazzoni L., Marcellini M., Qaderi R., Pergolotti V., Giovanetti G., Capocasa F.

f.capocasa@staff.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

Oggigiorno, i programmi di miglioramento genetico della fragola (*Fragaria x ananassa*) sono sempre più indirizzati all'ottenimento di nuovi genotipi che presentino un aumento della resilienza delle piante e della qualità nutrizionale dei frutti, per venire incontro alle esigenze degli agricoltori, che desiderano genotipi che si adattino alla coltivazione in situazioni ambientali sempre più estreme, e dei consumatori, alla ricerca di prodotti sempre più benefici per la propria salute. È noto che la fragola ottoploide selvatica (*F. virginiana* e *F. chiloensis*) è una fonte molto importante di variabilità genetica per aumentare la resistenza alle malattie e la qualità del frutto, in particolare quei composti bioattivi (come vitamine e polifenoli) che sono i principali responsabili della capacità antiossidante del frutto della fragola e, di conseguenza, dei numerosi benefici per la salute che il consumo di fragole potrebbe indurre. L'incrocio interspecifico della *Fragaria x ananassa* commerciale con le specie selvatiche ha portato all'ottenimento di nuovo materiale di pre-breeding con caratteristiche vegetative e qualitative migliorate. In questo studio, sono state ottenute diverse generazioni di reincrocio da *F. x ananassa* e *F. virginiana glauca* con l'obiettivo di identificare il numero minimo di generazioni necessario per produrre nuovi materiali di pre-breeding di interesse per elevati standard produttivi di frutti consistenti, ad elevato contenuto di zuccheri solubili e di composti antiossidanti.

Parole chiave: pre-breeding, *Fragaria virginiana glauca*, *Fragaria x ananassa*, reincrocio.

Mela Rosa Romana: valorizzazione e recupero del germoplasma frutticolo dell'Appennino Tosco-Emiliano

Alessandri S.¹, Gregori R.¹, Costa F.², Dondini L.¹, Sansavini S.¹

luca.dondini@unibo.it

¹*DISTAL - Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari, Università di Bologna, Italia*

²*Centro Ricerca e Innovazione - Fondazione Edmund Mach - San Michele all'Adige, Trento*

Il germoplasma del melo rappresenta una fonte primaria per la conservazione della variabilità genetica all'interno della specie. Molte delle "antiche" varietà di melo italiane sono state marginalizzate e sono rappresentate solo in irrilevanti mercati regionali; in alcuni casi sono rimasti solo alcuni alberi monumentali, ricordo di un passato glorioso. Nel 1929 la Rosa Romana rappresentava il 25% della produzione di mele del bolognese e la Valle del Reno era uno dei luoghi di maggior interesse. Tuttavia, questa mela è quasi scomparsa nel corso degli ultimi trent'anni (Sansavini et al., 2018). L'obiettivo primario di questo lavoro è quello di individuare i genotipi corrispondenti alla varietà Rosa Romana al fine di promuovere un recupero e la sua valorizzazione.

Nei numerosi sopralluoghi nella media e alta Valle del Reno sono stati individuati diversi alberi corrispondenti alla descrizione pomologica della mela Rosa Romana fra i quali, tramite analisi fingerprinting, sono state individuate diverse varianti genetiche.

I frutti di ogni accessione sono stati prelevati ed analizzati a livello qualitativo. Ciò ha permesso di individuare i frutti con le caratteristiche organolettiche migliori. Successivamente, è stato effettuato un confronto dei profili fenolici fra due storiche varietà di melo, Rosa Romana e Annurca.

I risultati hanno permesso di avere un quadro più chiaro, sia sulla definizione della mela Rosa Romana della Valle del Reno, sia a livello molecolare che qualitativo.

Dai primi risultati ottenuti si conferma che il genotipo Rosa Romana esprima meglio le caratteristiche organolettiche in ambienti caratterizzati da altitudini intorno ai 400-1000 rispetto a quelli coltivati in pianura Padana. Dalle analisi HPLC e spettrometria di massa applicate a estratti di polifenoli ottenuti dai frutti, è emerso un profilo chimico contenente una ventina di fenoli, sottolineando loro capacità antiossidante e quella inibitrice di enzimi coinvolti nei disordini metabolici alimentari e negli stress ossidativi in generale.

In conclusione, i risultati di questa indagine fenotipi, genetica e qualitativa sulla coltivazione della mela 'Rosa Romana' hanno fornito una validazione genomica dei cloni identificati che possono essere recuperati e promossi come reference varietali per la conservazione e moltiplicazione di nuovi impianti.

Parole chiave: Rosa Romana, fingerprinting, caratterizzazione fenotipica, HPLC, spettrometria di massa.

Morfometria della foglia applicata al riconoscimento di varietà di fico rinvenute in Basilicata

Amato D., Montanaro G., Gatto A., Nuzzo V.

vitale.nuzzo@unibas.it

Università degli Studi della Basilicata

In Basilicata, il fico (*Ficus carica* L.) è caratterizzato da un alto numero di varietà locali, la cui denominazione è principalmente basata su colore, forma, dimensione, epoca di maturazione del frutto, oppure sul luogo di origine della varietà. In alcuni casi, ciò comporta una incertezza nell'attribuzione all'accessione della denominazione varietale corrispondente, a meno di costose indagini genetiche.

Il presente studio vuole contribuire a risolvere eventuali sinonimie od omonimie presenti tra le accessioni recuperate in alcune aree della Basilicata mediante metodologia semplificata e basata su analisi morfometrica delle foglie.

Il protocollo di analisi ha previsto la raccolta di un campione rappresentativo di foglie mature (35-40) poste nella parte centrale di germogli ben esposti alla luce e senza sintomi apparenti di fisiopatie e prelevate da tutti i lati della pianta tra la fine di giugno ed inizio luglio. Una immagine digitale di ogni foglia completa di picciolo è stata acquisita mediante camera digitale (Panasonic DMC-FS45, Kadoma, Osaka, Japan). In ambiente Image J (<https://fiji.sc/>) sono state misurate le coordinate di tutti i pixel del margine fogliare. Mentre in ambiente R (<https://www.r-project.org/>) sono stati estratti 200 punti omologhi ed equidistanti del contorno fogliare. Il data set sottoposto a General Procuste Analysis (GPA) ed una Canonical Variate Analysis (CVA) era composto da 16 accessioni di fico ognuna rappresentata da 20 foglie.

I risultati di questo studio hanno messo in evidenza una alta variazione nei tratti morfologici quantitativi tra foglie delle varie accessioni esaminate. Ad esempio l'accessione "Violetto" e "Justa" hanno presentato i valori più elevati di lunghezza e larghezza della foglia, mentre "Natalino nero" aveva la foglia più piccola. La CVA ha messo in evidenza la presenza di 5 gruppi ben separati tra di loro.

In conclusione, il lavoro ha messo in evidenza la presenza di una notevole variabilità genetica della specie nell'areale esplorato e l'efficacia di metodologie innovative a basso costo che potrebbero supportare programmi di conservazione di biodiversità locale.

Lavoro svolto nell'ambito del progetto "Frutti di Casa", finanziato dal PSR Basilicata 2014-2020 – Sottomisura 10.2.

Parole chiave: *Ficus carica* L., *General Procuste Analysis*, biodiversità.

Potenzialità produttive di germoplasma spontaneo di *Lavandula angustifolia* Mill. in relazione all'areale di origine e alla composizione del substrato di coltivazione

Demasi S., Caser M., Lonati M., Gaino W., Scariot V.

sonia.demasi@unito.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Torino

La lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.) è una pianta suffruticosa molto apprezzata e coltivata per le sue caratteristiche ornamentali e le proprietà aromatiche e medicinali. È l'unica specie del genere *Lavandula* che si può trovare allo stato spontaneo nelle Alpi occidentali, tra i 500 e i 1800 m. slm. E' noto come l'ambiente di origine abbia un ruolo fondamentale sullo sviluppo e l'adattabilità di una pianta, influenzandone le caratteristiche morfologiche e produttive e portando alla formazione di ecotipi potenzialmente interessanti per il settore floricolo. Al fine di individuare nuove risorse genetiche, nove popolazioni spontanee di lavanda sono state campionate in tre vallate delle Alpi occidentali (Susa, Stura e Tanaro), diversificando in ognuna di esse tre livelli altitudinali (alta, media e bassa valle). Il materiale vegetale è stato propagato tramite talea e coltivato in condizioni uniformi per confrontarne la crescita e le caratteristiche ornamentali. Inoltre, sono stati testati tre diversi miscugli (70:30% torba:compost verde; 70:30% torba:laterizi; 40:30:30% torba:compost verde:laterizi) per selezionare il più adatto alla produzione di queste piante in vaso, cercando di contenere l'impiego della torba. Durante la fioritura delle lavande è stata valutata la performance produttiva, in termini di percentuale di radicazione, indice di crescita, numero di spighe fiorali, lunghezza della spiga e resa in fiori. Inoltre, sono stati registrati alcuni tratti ornamentali qualitativi (portamento, densità dell'arbusto, forma della spiga florale, colore delle foglie e dei fiori), selezionati nella scheda dell'UPOV. I risultati hanno evidenziato come l'ambiente di origine abbia influenzato sia i tratti quantitativi che qualitativi di *L. angustifolia*. La vallata di origine ha avuto effetti significativi su radicazione (maggiore nelle piante della val Tanaro), crescita (piante della valle Stura meno compatte), numero di spighe fiorali per pianta (maggiore in piante di valle Stura e Tanaro), portamento e colore di fogliame e fiori, con piante delle valli Susa e Tanaro di forma globulare, fogliame verde scuro e uniforme colore dei fiori. L'altitudine di provenienza ha invece avuto effetti sull'andamento della fioritura, la performance produttiva e il colore dei fiori, con ecotipi delle altitudini più elevate caratterizzati da una fioritura precoce, spighe fiorali più lunghe, ma minore resa in fiori, e minore uniformità nella colorazione dei fiori. Per quanto riguarda la composizione del substrato, le piante di lavanda sono cresciute meglio nel miscuglio torba:compost verde (70:30%), con piante più dense ma fiori dai colori meno uniformi. Le prove condotte hanno dimostrato la potenzialità del germoplasma spontaneo di *L. angustifolia*, evidenziando l'importanza dell'identificazione e valorizzazione della diversità vegetale presente sul territorio, che può contribuire alla gestione sostenibile delle risorse e al mantenimento della biodiversità, così come auspicato dall'Agenda 2030 dell'ONU per lo Sviluppo Sostenibile.

Parole chiave: lavanda, latitudine, altitudine, compost, laterizi.

‘ProPrunus’: conservazione e salvaguardia del germoplasma autoctono piemontese

Valentini N., Caviglione M., D’Oria M., Dorella A., Botta R.

nadia.valentini@unito.it

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Torino

Il Progetto ‘ProPrunus’, finanziato nell’ambito del PSR AZIONE 10, OPERAZIONE 10.2.1, è stato realizzato con lo scopo di rinnovare e ampliare le collezioni di germoplasma locale delle drupacee piemontesi realizzate a partire dagli anni 1980 presso l’Azienda sperimentale Tetti Grondana dell’Università degli Studi di Torino. Le accessioni di drupacee autoctone disponibili in collezione (37 di ciliegio dolce ed acido, 13 di susino, 36 di pesco e 57 di mandorlo) richiedevano un rinnovo delle piante per l’invecchiamento delle stesse; si è quindi proceduto dove necessario alla propagazione e al reimpianto delle accessioni. Complessivamente sono state propagate 50 accessioni di mandorlo, 24 accessioni di ciliegio e 5 accessioni di pesco. Si è poi realizzato un ampliamento delle collezioni, reperendo, dove disponibili, nuove accessioni autoctone piemontesi; per il pesco si sono reperite 13 nuove accessioni provenienti da zone piemontesi storicamente interessate da questa coltivazione: Canale (CN) e Borgo d’Ale (VC); per il ciliegio sono state reperite 2 varietà nella zona del Pecettese; per il susino sono state inserite in collezione 2 nuove accessioni provenienti dalla collina Torinese, ecotipi riconducibili al tipo ‘ramassin’. Nel caso del mandorlo, è stato possibile reperire 10 nuove accessioni nella zona di Acqui Terme (AL), un tempo interessata da tale coltura per la produzione di amaretti e 5 accessioni nella Val di Susa, altra zona storicamente interessata dalla coltivazione del mandorlo. Si è inoltre effettuata una caratterizzazione delle accessioni di mandorlo presenti in azienda, attività che ha portato alla realizzazione di 48 schede pomologiche, che riportano le principali caratteristiche fenologiche e vegetative delle piante ed i caratteri morfologici dei frutti. Per i rilievi fenologici è stata utilizzata la scheda proposta da Baggiolini (1952), mentre per i dati vegetativi e carpologici è stata utilizzata la metodologia proposta da UPOV 2011 modificata. In conclusione, il progetto ha permesso un parziale rinnovamento degli impianti delle collezioni di drupacee autoctone piemontesi che ha consentito di avere a disposizione piante in buone condizioni vegetative e sanitarie da poter utilizzare anche per un eventuale prelievo di materiale di propagazione utile alla diffusione in coltura delle varietà che si sono dimostrate più interessanti. La caratterizzazione delle accessioni di mandorlo ha permesso di evidenziare la presenza di accessioni di interesse che, previa opportuna sperimentazione su più ampia scala, potrebbero diventare possibili alternative colturali come prodotti autoctoni di elevata qualità.

Parole chiave: biodiversità, caratterizzazione, conservazione, drupacee, propagazione.

Qualità e attitudine al consumo di frutti di papaya coltivati in serra in Sicilia

Carella A., Tinebra I., Palazzolo E., Caracci M., Farina V.

alessandro.carella@unipa.it

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) - Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, ed. 4, 90128 Palermo.*

La papaya è una pianta erbacea diffusa nelle regioni tropicali e subtropicali e, nell'ultimo decennio, anche in Sicilia dove viene coltivata esclusivamente in serra. L'obiettivo del seguente lavoro è stato quello di valutare dal punto di vista qualitativo 5 varietà di papaya, originate da seme, coltivate in ambiente protetto. La raccolta dei frutti è stata effettuata utilizzando come indice di maturazione il colore dei frutti. Sono state effettuate analisi chimico-fisiche, sensoriali e un *consumer test* dei frutti utilizzando un questionario di gradimento. I risultati hanno evidenziato differenze significative in termini di qualità organolettica e sensoriale in una maniera cultivar dipendente mentre dal *consumer test* è emerso un elevato apprezzamento per il frutto di papaya e una propensione all'acquisto del prodotto siciliano a chilometro zero. In generale possiamo affermare che la papaya coltivata in serra ha interessanti potenzialità produttive e qualitative dei frutti e può costituire una opportunità di reddito in Sicilia dove esistono numerosi apprestamenti protettivi in fase di riconversione.

Parole chiave: *Carica papaya* L., clima mediterraneo, analisi fisico-chimiche, analisi sensoriale, *consumer test*.

Reperimento, propagazione, coltivazione e caratterizzazione di germoplasma rosicolo spontaneo: l'attività del CREA di Bagheria nell'ambito del Progetto RGV/FAO

Fascella G., D'Angiolillo F., Sgueglia A., Mammano M., Giardina G.

giancarlo.fascella@crea.gov.it

CREA Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA DC, Bagheria, PA)

Da circa un decennio, il CREA DC di Bagheria conduce studi e ricerche finalizzati al reperimento, alla propagazione, alla caratterizzazione morfologica e fitochimica ed alla coltivazione di rose spontanee, siciliane e non, allo scopo di individuarne le potenzialità d'utilizzo e l'inserimento in diversi settori economici (vivaistico, agro-alimentare, fitoterapico). Le numerose attività, condotte nell'ambito del Trattato Internazionale sulle Risorse Genetiche Vegetali "RGV-FAO", hanno permesso di costituire una collezione specializzata che ad oggi conta circa 40 accessioni reperite sia in Sicilia che in altre regioni italiane. Sono state redatte carte tematiche riportanti la distribuzione delle principali specie nei territori regionali e corredate di report *ad hoc* contenenti le informazioni sugli habitat naturali di reperimento (altitudine, geo-morfologia, pedoclima e associazioni vegetali). Sono stati definiti i più opportuni protocolli di propagazione vegetativa (coltura *in vitro*) e gamica (da seme): per quanto riguarda la micropropagazione, microtalee sterili di numerose specie sono state poste in coltura su substrato agarizzato arricchito con citochinine, a differenti concentrazioni, per valutare l'influenza del genotipo e dell'ormone sull'emissione di germogli. Allo stesso modo, nella fase di radicazione, i germogli neo-moltiplicati sono stati trasferiti in terreni additivati con varie auxine a diverse dosi per favorire l'induzione radicale. Relativamente alla moltiplicazione gamica, i semi (achen) di ciascuna accessione, previa vernalizzazione per facilitare il superamento della dormienza, sono stati sottoposti a scarificazione fisica (acqua calda), chimica (HCl) ed a trattamenti con prodotti stimolanti (GA_3) al fine di incrementare la germinabilità dei semi e ridurre il tempo medio di germinazione. Negli anni, sono stati anche messi a punto dei protocolli di coltivazione eco-sostenibili che, oltre a definire le forme di allevamento più appropriate ai diversi habitus vegetativi delle specie ed ai possibili usi a fini ornamentali (aiuola, siepe, vaso), puntavano alla riduzione degli input chimici (fertilizzanti e fitofarmaci) ed agronomici (minime lavorazioni, deficit idrico controllato) ed all'individuazione di genotipi resistenti ai principali stress abiotici degli ambienti meridionali (idrico e salino). Le specie più rappresentative della collezione sono state, inoltre, caratterizzate a livello bio-morfologico (forma, dimensione, colore e peso di foglie, fiori e cinorrodi), biomolecolare e fitochimico (contenuto in vitamine e metaboliti secondari di foglie e cinorrodi) al fine di determinarne il valore nutraceutico e la possibilità di estrazione di composti bioattivi con elevata attività antiossidante e di potenziale interesse industriale.

Parole chiave: *Rosa* spp., micropropagazione, moltiplicazione gamica, collezioni specializzate, fitochimica.

Studio sulla valorizzazione di alcune varietà di mandorlo sardo

Satta D.¹, De Pau L.¹, Pirino C.¹, Del Piano D.¹, Roggio T.²

dsatta@agrisricerca.it

¹AGRIS Sardegna, Loc. Bonassai S.S. 291 Sassari-Fertilia – Km. 18,600, Sassari,

²Porto Conte Ricerche, S.P. 55 Km 8,400 Loc. Tamariglio, Alghero SS

In Sardegna, negli anni '80, diverse ricerche vennero messe in campo da parte del Ministero per l'Agricoltura e della Regione Sardegna, per recuperare e valorizzare le risorse genetiche tradizionali e rilanciare la mandorlicoltura che pure vantava notevoli tradizioni. Gli studi fatti sul germoplasma autotono hanno messo in evidenza la presenza di una grande biodiversità della specie, con molte cultivar note e ancora utilizzate, ma prevalentemente su modelli colturali molto tradizionali, con impianti vecchi non irrigati e concentrati in zone marginali.

L'uso delle mandorle in Sardegna è legato prevalentemente alle produzioni dolciarie tradizionali. Le mandorle infatti rappresentano circa la metà della materia prima di prodotti quali amaretti e gueffos, e almeno il 20% di altri prodotti tipici quale il torrone. La mancanza di mandorle sarde ha spinto le imprese dolciarie all'utilizzo delle mandorle provenienti dalla California, dalla Puglia e dalla Sicilia. Pertanto valorizzare il nostro patrimonio varietale, inserendolo nella filiera dei dolci tipici della nostra isola, potrebbe contribuire alla ripresa di questo settore in Sardegna.

Lo studio si propone di agire su due aspetti della filiera: quello della valorizzazione della mandorlicoltura sarda e quello del prodotto finito dolce attraverso l'ottenimento di risultati direttamente trasferibili alle industrie locali sulla realizzazione e caratterizzazione di dolci tipici a base di pasta di mandorle ottenuti da cultivar sarde di mandorle provenienti dai campi sperimentali di Agris.

La prova è consistita nel valutare le caratteristiche agronomiche e chimiche di due cultivar locali (Arrubia e Cossu) di una nazionale (Tuono) e in una internazionale (Texas).

Lo studio è stato svolto nell'ambito del progetto VAGEMAS che è stato realizzato attraverso il programma "Azioni cluster top-down" ed è finanziato grazie al POR FESR Sardegna 2014-2020.

Al progetto hanno aderito 16 imprese tutte operanti in Sardegna.

I primi risultati ottenuti hanno messo in evidenza che la produzione ad ettaro è più bassa nelle cv locali rispetto alla cv Tuono e alla cv Texas; buona resa in smallato delle cv Cossu ed Arrubia, ma resa in sgusciato inferiore rispetto alla cv Tuono e alla cv Texas. Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche delle mandorle, la varietà Arrubia risulta quella con maggiore contenuto di amigdalina (che conferisce il sapore amarognolo alla mandorla), seguita dalle cv Cossu e dalla Tuono, anche il contenuto in proteine totali è risultato più alto nella cv Arrubia, seguita dalla Cossu, dalla Tuono e per ultima dalla Texas. Ottimo è risultato il contenuto in olio delle varietà locali oggetto di studio, al pari di quella nazionale ed internazionale di confronto.

Parole chiave: mandorlo, germoplasma.

Valutazione della suscettibilità alla rogna dell'olivo di varietà italiane e siciliane presenti nel germoplasma internazionale di "Villa Zagaria"

Licciardello G., Di Silvestro S., Russo M.P., Sorrentino G., Strano M.C., Caruso P.

silvia.disilvestro@crea.gov.it

Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria-Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA), Corso Savoia, 190 Acireale (CT), Italy

La rogna è una tra le più gravi malattie dell'olivo la cui incidenza è sempre più crescente a causa della diffusione di cultivar suscettibili e dell'incremento degli impianti ad alta densità. Si caratterizza per la formazione di tubercoli sui rami e sulle branche, compromettendo la crescita vegetativa della pianta, l'accrescimento dei frutti, la resa e la qualità dell'olio. L'agente patogeno è *Pseudomonas savastanoi* pv. *Savastanoi*, un batterio che vive sulla superficie delle foglie e dei rami in grado di penetrare nel tessuto legnoso attraverso ferite, dando luogo alla formazione dei tubercoli. Attualmente le uniche strategie di lotta sono la potatura e l'applicazione di prodotti rameici. Poche, invece, sono le ricerche finora effettuate sulla suscettibilità varietale.

In questo studio, è stata condotta un'indagine visiva su 205 varietà presenti nella collezione internazionale del germoplasma olivicolo di "Villa Zagaria" situata a Pergusa (EN). La collezione ospita oltre 290 varietà di olivo distribuite in quattro diversi campi in base all'origine geografica. In quest'areale, condizioni pedoclimatiche ed eventi particolari, hanno agevolato la diffusione della malattia.

Al fine di valutare la suscettibilità varietale, è stato svolto un monitoraggio di tre anni (2018-2020) su 205 cultivar originarie di diverse regioni d'Italia o esclusivamente siciliane. Per valutare il grado di severità della malattia è stata utilizzata una scala empirica che ha permesso di stimare un'incidenza globale pari al 98%.

Alcune tra le varietà più sensibili sono: Frantoio (Toscana), Corsicana da mensa (Sardegna), Cellina di Nardò e Cima di Bitonto (Puglia), Biancolilla cilentana e Oliva bianca (Campania), unitamente a Giarraffa, Gioconda, Luminario e Riondello dalla Sicilia. Al contrario, le varietà Negrera (Liguria), Ascolana semitenera (Marche), Favarol (Veneto) e Verdello grosso (Sicilia) si sono rivelate le più resistenti, non mostrando alcun sintomo. In totale, il 50% delle accessioni ha mostrato sintomi molto gravi, mentre il 48% una ridotta presenza di tubercoli.

Il grado di severità della malattia è stato pressoché costante durante i 3 anni e soltanto 22 varietà hanno evidenziato un incremento.

I risultati mostrano un'elevata variabilità tra le cultivar analizzate, fattore che potrebbe essere di grande ausilio ai genetisti nei programmi di miglioramento genetico, nonché agli olivicoltori per la costituzione di nuovi impianti da realizzare con varietà resistenti.

Gli interventi di contenimento nel corso di questi 3 anni sono stati minimi, pertanto i valori riscontrati sono da attribuire esclusivamente a fattori legati al genotipo.

Parole chiave: *Olea europea*, *Pseudomonas savastanoi* pv *Savastanoi*, batteriosi.

Valutazione morfologica e biochimica di genotipi di Brassicaceae

Di Bella M.C.¹, Treccarichi S.¹, Arena D.¹, Ben Ammar H.², Lo Scalzo R.³, Picchi V.³, Branca F.¹

simone.treccarichi@phd.unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione, Ambiente (Di3A), Via Santa Sofia, 100, Catania

²University of Tunis El Manar, Campus Universitaire, 2092 Tunis, Tunisia

³Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, via Venezian 26, I-20133 Milano

Il genere *Brassica* consta di numerose specie di interesse orticolo ed industriale provenienti da eventi di domesticazione progressivi e prolungati che hanno conferito al genere notevole variabilità genetica e morfologica.

Lo scopo del presente lavoro è caratterizzare mediante analisi morfologiche e biochimiche le accessioni analizzate le quali appartengono alla collezione di Brassicaceae del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) dell'Università di Catania e comprendono cultivar locali (*landraces*), *crop wild relatives* (CWRs) e genotipi di cavolo da foglia (*kale*), provenienti dall'Università di Liverpool (UNILIV). La collezione è situata presso l'Istituto agrario sperimentale (IAS), ubicato in Via Valdisavoia 3, (37° 31' 5.59" N 15° 4' 12.23" E) e la prova è stata svolta all'interno del progetto europeo H2020 BRESOV “*Breeding for Resilient, Efficient and Sustainable Organic Vegetable Production*”.

I rilievi effettuati hanno riguardato lo studio delle fasi fenologiche di emissione dell'emergenza fiorale e dell'induzione dell'infiorescenza; sono stati inoltre analizzati i parametri bio – morfometrici quali altezza della pianta, diametro massimo e minimo oltre a parametri fogliari quali area fogliare, lunghezza e diametro peziolo, colore, facendo riferimento ai *Brassica International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR) *descriptors*.

Per quanto concerne le analisi biochimiche esse hanno riguardato l'estrazione e la quantificazione dei glucosinolati e dei polifenoli totali oltre allo studio dei loro rispettivi profili, differenti per le varie accessioni del genere *Brassica*. Tra i vari rilievi svolti, è stata inoltre effettuata l'estrazione del DNA (Doyle & Doyle, 1990), a partire tessuto fogliare fresco, seguita da quantificazione mediante spettrofotometro; la capacità antiossidante è stata calcolata seguendo il metodo di Folin – Ciocàlteu.

I genotipi rilevati hanno mostrato notevole variabilità sia per quanto concerne le caratteristiche morfologiche che biochimiche e tra le accessioni maggiormente performanti è possibile annoverare *B. incana* (BY 5), originaria di Agnone Bagni (SR) di cui è stato registrato il diametro massimo di 27, 88 mm, e il *kale* (UL 2069) di cui è stata registrata un'altezza di 145 cm. Per quanto riguarda la concentrazione più alta di glucosinolati totali, quest'ultima è stata riscontrata in *B. barrelieri* (BBA 1) ed è rispettivamente di 101,22 $\mu\text{moles g}^{-1}$. La concentrazione maggiore di composti fenolici è stata rinvenuta nel *kale* UL 5080 originario di Liverpool, per un contenuto totale di 8,6 mg GAE 100 g^{-1} d.w., seguita dalle accessioni UNICT di *B. villosa* (BV) e *B. montana* (BX) che hanno un contenuto rispettivo di 5,5 e 4,9 mg GAE 100 g^{-1} d.w.

Parole chiave: Brassicaceae, fenotipizzazione, componente bioattiva, agricoltura sostenibile.

Post-raccolta

Applications of LED lighting during post-harvest for improved quality of tomatoes

Paucek I.¹, Appolloni E.¹, Fiori, G.¹, Pastore C.¹, Cellini A.¹, Pennisi G.¹, Crepaldi A.², Spinelli F.¹, Orsini F.¹, Gianquinto G.¹

ivan.paucekpagan2@unibo.it

¹*Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, DISTAL – Department of Agricultural and Food Sciences, Bologna, Italy*

²*Flytech srl, Via dell'Artigianato, 65, 32016 Alpago, Belluno, Italy*

Tomato production has increased in recent years due to the economic and nutritional importance of the crop. However, post-harvest losses are a major challenge that hampers tomato production in most developing countries. Tomato is a climacteric fruit that can ripen after harvest, resulting in changes in its final nutritional composition and shelf life. Light emitting diode (LED) systems have emerged as an efficient artificial lighting technique recently used by researchers in postharvest storage of fruits and vegetables. Light can influence postharvest physicochemical parameters and thus the formation of bioactive compounds in tomatoes. The objective of this study was to investigate the influence of different LED postharvest wavelengths and photoperiods on tomato physicochemical parameters during storage. Hydroponically-grown tomatoes (*Solanum lycopersicum* L. cv. 'Siranzo') at "turning stage" were harvested and immediately stored in a climate controlled opaque chamber at 13°C, where they were exposed to different LED treatments. The first experiment examined the overall effect of continuous irradiation with different monochromatic colours (red, blue, far-red, white, and green) for 21 days, while the second experiment focused on the effects of intermittent red illumination (24 h, 12 h, 6 h, 3 h, 2 h, and 1 h per day) for 18 days. In both experiments, a control treatment where tomatoes were stored in darkness was included. The results showed the potential of LED treatments to prolong and improve the quality parameters of tomato. Blue light proved to be an effective application to delay fruit ripening, while red and far red promoted higher induction of lycopene synthesis during storage. In addition, short irradiation time showed the potential to control senescence and maintain high nutritional quality. The use of LED lighting during storage or transportation could be an alternative solution to reduce postharvest losses and maintain product quality and shelf life. Further research should focus on optimising lighting parameters at different stages of tomato development.

The research was performed within the framework of the project "Light on Shelf Life" (J56J20000410008) funded by the Italian Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies (MIPAAF) within the call "Fondo per il finanziamento di progetti innovativi, anche relativi alla ricerca e allo sviluppo tecnologico nel campo della shelf life dei prodotti alimentari e del confezionamento dei medesimi, finalizzati alla limitazione degli sprechi e all'impiego delle eccedenze".

Keywords: *Solanum lycopersicum*, post-harvest, Light Emitting Diode, shelf life, physicochemical parameters.

Cluster and berry morphological parameters as predictors of grape behavior during postharvest dehydration

Shmuleviz R., Tornielli G.B.

giovannibattista.tornielli@univr.it

Department of Biotechnology, University of Verona, Via della Pieve 70, 37029 – San Floriano, San Pietro in Cariano – VR, Italy.

To make some particular wine styles (e.g., Amarone), grapes may be harvested and stored in dehydrating rooms before vinification, in a process called withering. This practice increases the concentration of sugars and other solutes and encourages the accumulation of unique aroma compounds in berries. The kinetics of grape dehydration highly effects the quality of the produced wine and, hence, it has an important commercial value. Previous investigations provided evidence for a positive correlation between the slow rate of dehydration and the intensity of the changes occurring in grape berries. Along with the well-known effects of the environmental conditions, mainly temperature and humidity, the cluster and berry morphology have an important role in the determination of the grape water loss rate. However, the relative contribution of each cluster/berry physical trait to the dehydration rate and the possibility to predict the latter parameter in advance, are poorly studied aspects.

The aim of this work was to investigate the effect of several grape physical/morphological parameters on the withering kinetic rate, individuating potential predictors of the grapes behavior during partial dehydration. Four red wine grape cultivars, Corvina, Corvinone, Cabernet Sauvignon and Cavrara, were harvested at commercial ripening and their cluster compactness, berry surface area to volume ratio, skin thickness and skin waxes quantity were measured. Furthermore, a novel rapid dehydration test in a controlled forcing environment (50 °C; 400 mbar; 24 h) was applied on grape clusters to assess their intrinsic tendency to loss water. The grapes were then withered for 77 days, under controlled environmental conditions simulating the commercial process, and the dehydration kinetic rates were obtained. Multivariate and correlation analyses were employed to search and score the relation between each measured parameter and the withering kinetic rate. The parameters which were pointed out as good predictors of the grapes water loss attitude were the skin thickness, berry surface area to volume ratio and cluster compactness. However, intra-cultivar analyses performed on Corvina and Corvinone separately have not identified parameters with significant correlations to the withering kinetic rate, likely because of the very low variability observed among accessions of the same cultivar.

Keywords: wine grapes, dehydration kinetics, withering, fruit morphology, Amarone.

Effetti della tecnologia *Modified Atmosphere Packaging* a base di argon sulla qualità degli arilli di melograno (*Punica granatum* L. cv. Wonderful)

Tinebra I., Scuderi D., Sortino G., Farina V.

ilenia.tinebra@unipa.it

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) - Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, ed. 4, 90128 Palermo.*

La coltivazione del melograno è aumentata globalmente nell'ultimo decennio grazie ai rinomati benefici del frutto per la salute. Il consumo del melograno come frutto fresco, però, incontra delle resistenze da parte dei consumatori a causa della scomodità di estrazione degli arilli dal frutto e della presenza di metaboliti fenolici che possono macchiare le mani. Oggi si sta diffondendo sempre più il consumo di arilli pronti al consumo, pratici e veloci in confezionamento protettivo per cui occorre mantenere inalterate le caratteristiche qualitative del frutto fresco. Il confezionamento in atmosfera modificata (MAP) è stato utilizzato negli ultimi anni per mantenere la qualità della frutta di IV gamma ed ha mostrato risultati ottimali, nonostante i possibili problemi causati dall'esaurimento dell'O₂ e dal corrispondente accumulo di CO₂ nella confezione. Questo studio è stato condotto per valutare gli effetti di diversi trattamenti MAP, basati su miscele contenenti argon o azoto, in combinazione con la conservazione refrigerata (0, 4, 8, 12 e 16 giorni a 4±1°C e 90±5% di RH) sui parametri qualitativi di arilli di melograno, con l'obiettivo di prolungarne la *shelf-life*. I risultati ottenuti hanno evidenziato la capacità dell'argon di mantenere le caratteristiche qualitative degli arilli di melograno. Il trattamento ha, inoltre, ritardato il processo di imbrunimento enzimatico mantenendo le caratteristiche di colore del prodotto fresco e limitando la crescita batterica fino a due settimane di conservazione. L'analisi sensoriale ha supportato i risultati chimico-fisici confermando che il trattamento MAP non altera il gusto e mantiene le caratteristiche sia degli arilli che del loro succo per tutto il tempo della conservazione.

Parole chiave: MAP, melograno, qualità post-raccolta, analisi sensoriale, frigoconservazione, atmosfera modificata, gas nobili.

Effetti di un nuovo materiale di packaging sulla shelf-life di steli recisi di rosa: risultati preliminari

Peruzzo D.¹, Peressotti A.¹, Nicoletto C.², Zanin G.², Dalla Costa L.¹

luisa.dallacosta@uniud.it

¹Università di Udine, Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali, e Animali (Di4A), via delle Scienze 206, 33100 Udine

²Università di Padova, Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali Ambiente (DAFNAE), Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

Il mercato della rosa recisa commercializza steli di provenienza estera, con trasporto a lunga distanza, mantenuti a basse temperature e avvolti in imballaggi adatti a prolungarne la durata post-raccolta. Tra i nuovi prodotti utilizzabili per il packaging c'è Ovtene (Ov), materiale contenente polietilene coestruso con carbonato di calcio (derivato dal guscio d'uovo, da cui il nome), utilizzato con successo nell'industria alimentare. Gli esperimenti hanno paragonato Ov a PoliPropilene (PP), prodotto largamente utilizzato. Nell'esperimento 1 rose della cv. Juliet, provenienti dal Kenya, sono state conservate in frigo (4,5 °C) e sottoposte a 8 diversi trattamenti derivanti dalla combinazione fattoriale di due materiali (PP e Ov), due modalità di confezionamento (aperta e chiusa) e due tipi di conservazione (asciutto o in acqua + stabilizzante per fiori recisi [Chrisal]). Nei 18 gg successivi all'arrivo, a 3-4 giorni di intervallo, sono stati condotti rilievi biometrici su potenziale idrico (ψ), peso fresco e secco (PF e PS) e diametro del bocciolo; le rose sono state anche valutate da un panel di 5 fioristi professionali per stabilirne la commerciabilità. L'Anova ha evidenziato differenze significative a favore delle rose conservate in acqua per tutti i parametri rilevati; la confezione chiusa ha influito positivamente solo su diametro del bocciolo e ψ e solo nei due ultimi rilievi. Relativamente al film, il diametro del bocciolo è stato maggiore con Ov ai rilievi 1, 4 e 5: Ov ha mantenuto un diametro più elevato sia in condizioni di asciutta che idratate. Risultati meno chiari si sono ottenuti per il PF del bocciolo. La valutazione dei fioristi ha indicato come preferibili le rose confezionate in PP nell'intero esperimento 1. Il secondo studio, condotto su rose 'Dallas' di provenienza locale, ha invece valutato le prestazioni dei due materiali simulando condizioni di trasporto ad intensità di stress termico crescente. Nel dettaglio: trasporto 1) perfetto: sempre a 4.5 °C; 2) imperfetto: 28 h a 24 °C e 140 h a 4,5 °C; 3) difficile: 52 h a 24 °C e 116 h a 4.5 °C; 4) terribile: 168 h a 24 °C. Dopo, le rose sono state mantenute a 4,5 °C e i medesimi rilievi del primo esperimento sono stati condotti per i 10 gg successivi. La crescente intensità di stress ha penalizzato la conservabilità degli steli e i parametri biometrici rilevati con indicazioni numeriche contrastanti. La valutazione qualitativa dei fioristi ha privilegiato le rose avvolte in Ov, offrendo buoni risultati nel caso di trasporto in condizioni di temperature sub-ottimali incisive. Studi ulteriori saranno necessari per confermare questi risultati.

Parole chiave: polipropilene, ovtene, conservazione, post-raccolta, imballaggio.

Effetto di diversi trattamenti *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) sulla qualità di frutti di gelso (*Morus alba* L. cv Kokuso 21)

Tinebra I., Scuderi D., Sortino G., Inglese P., Farina V.

ilenia.tinebra@unipa.it

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) - Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, ed. 4, 90128 Palermo.*

Il consumo italiano di piccoli frutti ha visto un notevole incremento nell'ultima decade grazie alla maggior attenzione rivolta dal consumatore al valore nutrizionale della frutta fresca. Il gelso è un frutto climaterico, caratterizzato da un elevato contenuto in carotene, vitamine B1, B2 e C, glucosio, saccarosio, acido tartarico e succinico, fenoli totali e antociani. Grazie al suo particolare valore nutraceutico il gelso è considerato oltre che un alimento funzionale anche un prodotto di alta gamma. Tuttavia, la commercializzazione di questo tipo di frutto è ancora in certa misura ostacolata dalla loro spiccata deperibilità ed è pertanto necessario sviluppare metodi in grado di estenderne la vita post-raccolta che ne preservi le qualità nutraceutiche. Il presente studio è stato svolto con l'obiettivo di valutare l'effetto della tecnologia MAP con l'utilizzo di una miscela di gas innovativa, a base di Argon. Sono stati applicati quattro diversi trattamenti: MAP1 (4%O₂+6%CO₂+90%N₂), MAP2 (10%O₂+5%CO₂+85%Ar), CTR1 (20,9%O₂+0,04%CO₂) e CTR2 (10%O₂+5%CO₂+85%N₂). I parametri qualitativi dei frutti sono stati valutati sul frutto appena raccolto e dopo 4, 8 e 12 giorni di conservazione. Dai risultati ottenuti possiamo affermare che il confezionamento in MAP con miscela di gas a base di argon è risultato essere il trattamento ottimale per i frutti di gelso, mantenendo il elevato il loro contenuto in solidi solubili ma anche il colore fino a 12 giorni di conservazione. In particolare, dopo 8 giorni di conservazione il trattamento MAP2 ha mostrato risultati ottimali nel mantenimento della succosità, del colore e del rapporto zuccheri/acidi rispetto ai frutti trattati con MAP1 e CTR1 o CTR2 che mostravano valori molto più bassi. Inoltre, dal confronto di CTR2 e MAP2 è possibile osservare un migliore comportamento dell'argon sul mantenimento del peso e sul contenimento di bassi livelli di CO₂ all'interno del sacchetto. L'analisi sensoriale non ha messo in luce particolari differenze tra i trattamenti MAP, anche se il trattamento MAP2 ha evidenziato una migliore performance in termini di mantenimento dell'idea di frutto fresco.

Parole chiave: argon, atmosfera modifica, analisi sensoriale, piccoli frutti, qualità postraccolta.

Effetto di tre diversi *edible coating* a base di gel di *Aloe vera* sulla qualità di frutti di kiwi di IV gamma

Passafiume R., Tinebra I., Scuderi D., Sortino G., Farina V.

dario.scuderi@unipa.it

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) - Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, ed. 4, 90128 Palermo.*

Negli ultimi anni, il mercato della frutta di IV gamma si è contraddistinto per una crescita esponenziale legata ai ritmi di vita più intensi rispetto al passato, che spingono a privilegiare prodotti offerti in porzioni, utilizzabili in modo facile e veloce. La frutta di IV gamma è caratterizzata, però, da una breve durata di conservazione a causa delle fasi di lavorazione e preparazione che accelerano i processi di maturazione. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di analizzare sulla qualità di kiwi della varietà “Hayward” in IV gamma l’effetto di tre diversi rivestimenti commestibili basati su (1) *Aloe vera* gel (AVG), (2) *Aloe vera* gel + idrossipropilmetilcellulosa (HPMC), (3) *Aloe vera* gel + olio essenziale di limone (LEO). Sono stati valutati la perdita di peso, la consistenza della polpa, il colore, il contenuto di solidi solubili, l’acidità titolabile, la carica microbica e le caratteristiche sensoriali del prodotto fresco e dopo 2, 4, 7 e 10 giorni di conservazione. I risultati ottenuti hanno evidenziato che è possibile prolungare la commerciabilità del kiwi di IV gamma mediante l’applicazione di questi rivestimenti commestibili naturali, senza alterare le principali caratteristiche qualitative della frutta fresca. Nello specifico, i trattamenti con HPMC e LEO hanno mantenuto nei campioni i valori più alti in termini di consistenza, luminosità e contenuto di solidi solubili e valori più bassi di perdita di peso, indice di imbrunimento ossidativo e rapporto zuccheri/acidi. L’interazione del HPMC e del LEO con il gel di *Aloe vera* ha anche ridotto la carica microbica, rispetto ai trattamenti CTR e AVG. L’analisi sensoriale ha confermato i risultati delle analisi chimico-fisiche evidenziando come il rivestimento commestibile a base di HPMC non alteri il gusto naturale del kiwi mentre il trattamento LEO lo ha, in parte, sovrastato e il trattamento AVG ha fatto rilevare un sentore di erbaceo. Quest’ultimo non ha mostrato differenze significative rispetto al controllo non trattato evidenziando come il gel di *Aloe vera* dia i migliori risultati quando applicato insieme ad un antiossidante naturale (LEO) o ad un agente gelificante (HPMC).

Parole chiave: film edibili, idrossipropilmetilcellulosa, olio essenziale di limone, agenti antimicrobici naturali, *Actinidia deliciosa*.

Efficacia del trattamento con acqua ozonizzata sul controllo microbico e sulla qualità di diverse specie di agrumi in frigoconservazione

Strano M.C., Timpanaro N., Allegra M., Foti P., Romeo F.V.

mariaconcetta.strano@crea.gov.it

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA), Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024, Acireale, Italy.

I marciumi causati da alterazioni fungine sono fra le principali cause di perdita di prodotto nella fase postraccolta degli agrumi. Il lavaggio dei frutti con acqua clorata, seguito da trattamento con fungicidi di sintesi, rappresenta ancora il metodo più usato per il controllo delle micopatie degli agrumi. Sebbene efficace, il cloro costituisce una minaccia per la formazione di sottoprodotti potenzialmente cancerogeni. In alternativa, l'acqua ozonizzata rappresenta una soluzione ecosostenibile, per via della rapida decomposizione dell'ozono (O_3) in ossigeno, che quindi non lascia residui sul prodotto trattato. Tre specie di agrumi sono state trattate con due diverse concentrazioni di acqua ozonizzata, con l'obiettivo di valutarne l'efficacia sul controllo microbico e l'effetto sulla qualità del prodotto frigoconservato.

Frutti di Tarocco (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), clementine (*C. clementina* Hort. ex Tan.) e limone (*C. limon* (L.) Burm.) sono stati immersi in acqua ozonizzata (3 e 6 mg/L) per 3 minuti a 20°C. Frutti lavati con acqua e non trattati sono stati utilizzati come controllo. Il prodotto trattato è stato quindi conservato per 60 gg a 5±1°C (Tarocco e clementine), a 10±1°C (limoni), e 85-90% di umidità relativa (UR), più 7 giorni (*shelf-life*) a 20°C e 75% di UR. Dopo il trattamento con O_3 (T0) e ad intervalli pre-stabiliti (T20, T40, T60 e T60+7) sono stati valutati calo peso, carica microbica totale, incidenza delle micopatie (muffa verde da *Penicillium digitatum*, muffa azzurra da *P. italicum* e agenti minori), entità delle fisiopatie (dermatosi e necrosi peripeduncolare) e i parametri chimico-fisici legati alla qualità dei frutti (colore della buccia e della polpa, deformazione, consistenza, resa in succo, solidi solubili totali, pH e acidità titolabile).

Alle due concentrazioni testate, le tesi con acqua ozonizzata hanno evidenziato una significativa riduzione della carica microbica (1 unità Log), durante la frigoconservazione dei frutti di Tarocco e clementine e solo a T0 per il limone, rispetto al controllo non trattato. Durante tutta la conservazione, entrambe le concentrazioni di O_3 hanno mostrato elevata efficacia nel ridurre significativamente le micopatie totali dei limoni (75 e 80%), nelle arance (10%) solo a 3 mg/L, e nessun effetto nelle clementine, rispetto al controllo non trattato. Una specifica efficacia è stata rilevata sul controllo dei marciumi minori in tutte le specie trattate con O_3 (range 88-37%). Differente efficacia è stata evidenziata riguardo alle fisiopatie e al calo peso fra le specie saggiate, mentre non è stato registrato alcun effetto significativo sulla qualità dei frutti. Ulteriori studi mireranno a valutare l'efficacia dei trattamenti mediante interventi integrati ecosostenibili.

Parole chiave: *Citrus*, Trattamenti ecosostenibili, ozono, qualità postraccolta, *shelf-life*.

Ethylene, α -farnesene and conjugated trienols in ‘Abate Fetel’ pears in relation to storage, 1-MCP treatment and superficial scald development

Buccheri M., Grassi M., Cortellino G., Caramanico R., Lovati F., Vanoli M.

marina.buccheri@crea.gov.it

CREA-Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari -via Venezzan 26 20133 Milano

Superficial scald is one of the most common postharvest disorders which affect many pear and apple cultivars, resulting in high economic losses. The mechanisms that lead to scald are still unclear, but the sesquiterpene α -farnesene and its oxidation products, the conjugated trienols (CTs), are reported to be involved in superficial scald induction and development. In this work, α -farnesene, CTs, and ethylene production were analysed in scald-affected and sound pears to unravel the role of these compounds in scald induction. The same fruit were also analysed for firmness and peel color to study the influence of scald on pear quality. Pear fruit (cv Abate Fetel), treated or untreated with 1-MCP, were stored for six months at -1°C in air (NA) or in controlled atmosphere (CA, 8% O_2 , 1% CO_2). After 4, 5, and 6 months of storage plus 7 days at 20°C , scald incidence was examined and ethylene production rate, flesh firmness, index of absorbance difference (I_{AD}), α -farnesene (α -FAR), and CTs (CT258, CT269, CT281) contents were measured in sound and scald-affected fruit. Scald incidence was very high in untreated pears; NA fruit showed a higher scald percentage than CA ones after 4 and 5 months of storage, while 1-MCP fruit showed scald symptoms only at the end of storage. In general, the assessed quality parameters were not affected by scald development, except for 1-MCP sound pears stored for 6 months which were firmer than scald-affected fruit of the same treatment. Ethylene production was lower in 1-MCP pears, without differences between sound and scald-affected fruit, but this reduction did not induce a similar decrease in the α -farnesene production as expected. α -FAR showed similar values in sound and scald-affected pears, regardless of 1-MCP treatment, storage length, or atmosphere. CT269 and CT281 were lower in 1-MCP pears than in untreated ones without any difference between scalded and sound fruit. CT258 was lower in 1-MCP fruit affected by scald than in sound fruit, while it did not show significant differences in the remaining treatments. 1-MCP sound pears showed higher CT258/CT281 and CT269/281 ratios than 1-MCP scald-affected ones or untreated fruit (both sound and scald affected). In all the treatments, CT258/CT281 and CT269/281 ratios showed a good relationship with superficial scald symptoms and seemed to be more related to scald development than the concentration of the single compounds.

Keywords: *Pyrus communis*, 1-methylcyclopropene, I_{AD} , firmness, scald.

Genotype influence on shelf life behavior of minimal processing loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit, cultivated in organic system

Allegra A., Farina V., Sortino G., Inglese P.

paolo.inglese@unipa.it

Department of Agriculture, Food and Forestry Sciences (SAAF) – Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze ed. 4 ingresso H - 90128 Palermo (Italy)

Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivation in Southern Italy includes different cultivars, characterized by a persistent aroma and an excellent flavor. These sensory traits are highly appreciated by consumers, together with the absence of external defects on the peel because of fungal black spots (*Fusicladium eriobotryae*). In order to increase the commercialization of ready-to-eat loquat fruit, the proper maturity index for peeling and minimally processing should be evaluated and characterized. The aim of this study was to investigate the effect of genotype on the shelf life and quality of minimal processed loquat fruit harvested at commercial maturity stage (10% green ground-color, 70 yellow and 20% orange color). The loquat fruit were peeled and stored at 5 °C for 3, 5, 7 and 10 days. Peeled fruit color (ΔE), appearance, crunchiness, flavor score, phenols total, lutein, β -carotene and ascorbic acid content were measured and sensory profiles were evaluated, together with CO₂ and O₂ content in the package. The minimally processed loquat fruit had the highest palatability and flesh color persistency when harvested at commercial ripening stage rather than at full maturity. Fruit of late ripening genotypes had a very low rate of pulp oxidation and quality decay, while fruit of the early ripening appeared not suitable for fresh-cut. Genotype had a great influence on weight loss, low β carotene content, fruit respiration, ascorbic acid and total phenols content all along the shelf life. A high correlation occurred between visual appearance, flavor and crunchiness score.

Keywords: *Eriobotrya japonica*, microbial spoilage, fresh-cut, flavor score.

Genotype-dependent effects on oil composition of post-harvest ethylene treatments on olives

Vendrell-Calatayud M.¹, Macaluso M.², Brizzolara S.¹, Venturi F.^{2,3}, Zinnai A.^{2,3}, Tonutti P.¹

m.vendrellcalatayud@santannapisa.it

¹*Institute of Life Sciences, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italy.*

²*Department of Agriculture, Food and Environment, University of Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy*

³*Interdepartmental Research Centre "Nutraceuticals and Food for Health", University of Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy*

Ethylene is a key hormone responsible for ripening syndrome, growth development and storage life. The fruits can be exposed to endogenous or exogenous sources of ethylene, this can modify the compounds in the exposed fruit. Olive is classified as non-climacteric fruit, with the ripening process not associated to a peak of ethylene production. However, it has been reported that exogenous ethylene exposition can stimulate responses in non-climacteric fruits as well such as an increasing of polyphenols in grapes for wine production. Therefore, exogenous post-harvest ethylene treatment and its effect on fruit composition and oil quality have been analyzed in two *Olea europaea* L. cultivars (Leccino and Moraiolo). Fruit were treated with ethylene (1000 ppm in air) and with pure air (control) for 24 hours. At the end of the treatments, fruit were processed to make oil. The extraction runs were carried out using a micro oil mill equipped with a two-phase decanter (Spremioliva C30, Toscana Enologica Mori, Tavernelle Val Di Pesa, Florence, Italy), able to mill 25-35 kg of olives per hour. The malaxation machine was specifically modified, with hermetic closures and special valves for the injection of gas, to setup the desired gas composition. The volatile organic compounds (VOCs) profile has been analyzed in oil by HS-SPME-GC/MS approach. In addition, sensorial, merceological (free fatty acids, peroxide value, K_{232} , K_{270} and ΔK) and quality (total phenols, chlorophyll and carotenoids, antioxidant capacity and intensity of bitterness) parameters analysis have been performed. Furthermore, the treatment affected merceological parameters, VOCs content and sensory traits. A significant genotype related effect has been revealed. Indeed, ethylene and air treatment negatively affected the total antioxidant capacity in Moraiolo while it remained unaltered in Leccino. The bitter index after ethylene treatment was negatively affected in Leccino while the opposite trend was observed in Moraiolo. The statistical model indicated exogenous ethylene application, regardless of the cultivar, leads to oil associated with 1-Hexanol, Nonanal and acetic acid. These data suggest that the effects of exogenous ethylene on metabolic processes in harvested olives (and quality traits of the resulting oil) seem to be genotype dependent.

Keywords: *Olea europaea* L., VOCs, NMR, ethylene, ripening.

Mele a polpa rossa Italian Red Passion, trattamenti in post-raccolta per migliorarne la qualità in conservazione

Gatti L.¹, Gattabria F.², Ripa N.M.¹, Mancinelli R.¹, Forniti R.³, Muleo R.¹

gatti@unitus.it

¹*Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università della Tuscia, Via S.C. DeLellis snc, 01100 Viterbo*

²*Vivai Piante Battistini, via Ravennate 1500, 47522 Cesena (FC) Italia*

³*Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università della Tuscia, Via S.C. DeLellis snc, 01100 Viterbo*

La mela è un frutto di grande interesse produttivo fortemente consumato a livello mondiale. L'interesse per le proprietà salutistiche e per l'innovazione varietale ha portato negli anni all'entrata in commercio di diverse varietà di mela a polpa rossa. Le linee di mela a polpa rossa "italian red passion"(IRP), selezionate presso l'Università della Tuscia sono state testate in conservazione e sottoposte ad un trattamento con acido salicilico, fitormone che in letteratura è riportato aumentare la conservabilità dei frutti ed il contenuto di antociani. In questo studio è stata usata come controllo la varietà Annurca frutto con elevato contenuto di polifenoli, mentre sono state valutate due linee di mela a polpa rossa (IRP), M3 ed M5. Le mele sono state conservate fino a 120 giorni dalla raccolta a 4°C, dopo essere state trattate per immersione con una soluzione di acido salicilico (AS) e acido acetilsalicilico (ASA). Attraverso misure non distruttive (Instron) è stata misurata durante la prova la variazione di consistenza. Al termine della conservazione sono state condotte le analisi fisico-chimiche, che comprendono calo peso analisi colorimetriche, consistenza, concentrazione di solidi solubili (gradi °brix), acidità titolabile e contenuto di antociani nella polpa, misurate all'inizio (T0) e alla fine della prova (120 giorni). I risultati mostrano che durante la conservazione le mele trattate con AS hanno avuto nel tempo una maggiore deformabilità della polpa e quindi una minore consistenza rispetto al controllo con il divario massimo registrato ad 80 giorni dall'inizio della prova, mentre per il controllo Annurca non ci sono state differenze significative tra frutti trattati e non trattati. Le linee IRP trattate con acido salicilico hanno registrato anche una maggiore perdita di peso rispetto al controllo e solo Annurca ha avuto un calo peso inferiore nella tesi trattata con AS. I parametri chimico-fisici mostrano differenze in opposizione rispetto alla bibliografia, come nel contenuto di antociani che risulta inferiore nelle tesi trattate con AS, mostrando una differente interazione in post-raccolta, delle mele IRP, M3 ed M5, con l'AS.

Parole chiave: mela a polpa rossa, post-raccolta, acido salicilico, conservazione, qualità.

***Perilla frutescens*: epoca di raccolta e posizionamento delle foglie per una valutazione della qualità post-raccolta**

Ertani A.¹, Bulgari R.¹, Petrini A.^{1,2}, Gaino W.¹, Nicola S.¹

andrea.ertani@unito.it

¹Department of Agricultural, Forest, and Food Sciences, DISAFA, Vegetable Crops and Medicinal & Aromatic Plants, VEGMAP, University of Torino, 10095 Grugliasco, Italy

²Department of Agricultural and Environmental Sciences, DiSAA, Università Degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133 Milano, Italy

Perilla frutescens (L.) Britton (*shiso* in Giapponese) è una lamiacea largamente coltivata in Cina, Giappone e Corea, ricca di composti bioattivi, comprendente varietà a foglia rossa, verde e rosso-verde. La perilla a foglia verde viene usata in Giappone come prodotto fresco di I o IV gamma, quella a foglia rossa viene in genere impiegata per la trasformazione (e.g. *umeboshi*, *furikake*). La prova ha valutato la qualità post-raccolta di foglie di 2 varietà (verdi e arricciate (VA) e rosse e lisce (RL)), conservate a 4°C, per 21 g, in buste di film BOPP AF (20 µm). I criteri qualitativi di classificazione adottati sono riferiti agli standard giapponesi per la commercializzazione delle foglie fresche di perilla, che prevedono 4 categorie, in funzione delle dimensioni. Le piante sono state coltivate in suolo e le foglie apicali (50 cm di stelo) raccolte in 3 epoche. Il primo taglio (T1) è stato eseguito al 10-11° nodo, il secondo (T2) al 14-15° nodo e il terzo (T3) al 19-20° nodo. Le analisi hanno riguardato le differenze qualitative e produttive tra le foglie di prima qualità delle varietà, e delle 3 epoche, valutando la resa produttiva e la percentuale di sostanza secca (SS). In post-raccolta sono stati esaminati la perdita di peso, la fluorescenza della clorofilla *a* (FC), il grado di accettabilità del prodotto e la concentrazione di O₂ e CO₂ nelle buste. La produzione di VA è stata maggiore nel T1 rispetto a RL che ha avuto una maggiore produzione alla terza raccolta. Le foglie verdi di prima qualità erano maggiori al T1 e le rosse al T2. Le foglie di prima qualità di entrambe le varietà avevano un maggior contenuto di SS al T2 e minore al T3. Il primo taglio di entrambe le varietà ha mostrato una maggiore variazione di peso in post-raccolta a causa della raccolta precoce e dell'elevato contenuto di acqua delle foglie giovani, mentre le foglie del T2 mostravano una minor perdita di peso. Inoltre, le buste con le foglie del T3 avevano una elevata concentrazione di O₂ e una minore concentrazione di CO₂, rispetto ai primi due tagli. Le foglie al T1 presentavano un tasso di respirazione più elevato, dovuto allo stadio più giovanile di sviluppo. Pertanto, in funzione della composizione gassosa nello spazio di testa, il prodotto che si è conservato meglio è stato quello derivante dal T3. I risultati dell'analisi della FC non hanno dato differenze significative, indicando l'assenza di stress durante la conservazione. La valutazione dell'aspetto ha evidenziato che le foglie al T2 si degradavano più lentamente, e valutazioni olfattive e gustative avevano andamenti altalenanti tra i singoli tagli, che hanno reso difficile definire trend significativi. I risultati evidenziano l'importanza dell'epoca di raccolta per l'ottenimento dei diversi standard qualitativi.

Parole chiave: shiso, standard qualitativi, fluorescenza della clorofilla *a*, composizione gassosa.

Potential mitigation of smoke taint in wines by post-harvest ozone treatment of grapes

Modesti M.¹, Szeto C.², Ristic R.², Mencarelli F.³, Tonutti P.¹, Wilkinson K.²

Margherita.modesti@santannapisa.it

¹Life Sciences Institute, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della libertà 33, 5612, Pisa, Italy

²The University of Adelaide, Waite Campus, PMB 1, Glen Osmond, South Australia 5064, Australia

³DISAAA, Università di Pisa, via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy

In recent years, due to climate change, hot and dry summers are increasing and consequently the number of bushfires also in specific areas where viticulture is widely diffused (e.g. California, Australia). When fires occur in proximity of vineyards grapes are exposed to smoke and a range of changes in the chemical composition and sensory characteristic of grapes and wines, occurs. Smoke taint is the term used to describe the smoky, medicinal, and ashy characters exhibited in wines following grapes exposure to bushfire smoke, which have been attributed to the presence of smoke-derived volatile phenols and its glycoconjugate forms. The taint is an issue of increasing interest since there are significant difficulties in the production of high-quality wine from smoke affected berries. The main goal of this study is to investigate the feasibility of using post-harvest ozone (O₃) treatments to mitigate the smoke taint in wine. Smoke trails have been carried out exposing vines (*Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon) to high density smoke for one hour seven days after veraison. Four weeks after the smoke treatment harvested grapes were treated with gaseous O₃ as follow: 1 ppm for 6, 12 and 24 hours and 3 ppm for 6, 12 and 24 hours. The grapes were then processed to make wines. The extent of smoke taint in grapes and in the resultant wines was determined by quantification of glycoconjugate and volatile phenols, responsible for the smoke taint, and by descriptive sensory analysis. High amount of volatile phenols was observed in wines made from smoke-affected grapes. The amount of these compounds was significantly lower in the wine from smoke-affected and ozone-treated grapes. Furthermore, this wine showed a less intense smoke-related sensory attributes. Our results point out the effectiveness of post-harvest ozone treatment in mitigate the smoke taint characters of wines.

Keywords: wine grapes, Cabernet Sauvignon, volatile phenols, glycoconjugate phenols, smoke.

Pre- and post-harvest ozone fumigation of Sangiovese vines and grapes to reduce the use of chemicals in the wine production chain

Modesti M.¹, Brizzolara S.¹, Bellincontro A.², Forniti R.², Baccelloni S.², Mencarelli F.³, Tonutti P.¹
Margherita.modesti@santannapisa.it

¹Life Sciences Institute, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della libertà 33, 5612, Pisa, Italy

²DIBAF, Università degli studi della Tuscia, Via San Camillo de Leillis, snc 01100, Viterbo, Italy

³DISAAA, Università di Pisa, via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy

European Community imposed a considerable restriction of the use of pesticides establishing a regulatory framework for the sustainable use of agro-chemicals. Considering the huge use of pesticides used for wine production, the concerns regarding the environmental impact of viticulture have grown in the recent years. In addition to the environmental issues, consumers are increasingly oriented towards the purchase of safer food and beverage, which is pushing the wine sector to reduce the use of chemicals both in vineyards and wineries. Alternative protocols must be efficient, economically affordable and also harmless for the environment and human health. Our goal was to clarify the effects of different pre and postharvest ozone (O₃) application to reduce the use of chemicals in the wine production chain. O₃ is already applied in the wine industry (as post-harvest applications) to produce sulphur dioxide-free wines. On the other hand, much less is known on the possible effects of O₃ in controlling pathogens and/or inducing resistance in the field. Pre-harvest treatments have been performed spraying potted vines (*Vitis vinifera* cv Sangiovese) with gaseous O₃. Different O₃ doses and lengths of exposition have been tested. The possible activation of the systemic acquired resistance (SAR) has been analysed through SAR-related gene-expression. Furthermore, plants structural changes induced by the treatment have been monitored with non-destructive approach (NIR). Post-harvest treatments have been carried out on bunches of wine grapes cv Sangiovese with gaseous O₃ overnight. The post-harvest trial was performed for three consecutive years (2017, 2018 and 2019). Technological parameters, free and glyco-conjugate volatile organic compounds (VOCs) and gene expression analysis of selected genes involved in polyphenols and VOCs biosynthesis, have been analysed in grapes. Pre-harvest O₃ treatment on vines led to a transient up-regulation of SAR-related genes. NIR spectrum analysis revealed structural changes in O₃ treated plants, especially in leaves exposed to higher doses of O₃. In harvested grapes, O₃ treatment increased polyphenols and flavonoids content. Consistently, key genes involved in phenols biosynthesis were up-regulated in treated bunches. Lastly, O₃ slightly affected aromatic profile, especially considering LOX-HPL related VOCs and increased the content of terpenes oxides, important compounds for the wine aromatic traits. Taken together, these data suggest that O₃ application, by stimulating the expression of SAR-related genes, could represent a promising substitute to the use of chemicals in viticulture. On the other hand, when applied in post-harvest O₃ induces limited changes in grape composition and wine aroma, and it can be safely used to avoid the use of sulphur dioxide, while preserving the final quality of the product.

Keywords: wine grapes, *Vitis vinifera*, VOCs, polyphenols, systemic acquired resistance.

Tecniche di conservazione eco-compatibili per mantenere la qualità di fronde recise di *Ilex verticillata* L. (mediante conservazione a freddo e trattamenti esogeni con melatonina e 1-MCP)

Trivellini A.¹, Castellani M.², Ferrante A.³, Mensuali A.¹

alice.trivellini@santannapisa.it

¹Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italia

²Flora Toscana Sco. Agr. Coop., Via Caravaggio, 21 Pescia (PT), Italia.

³Università di Milano, DiSAA, Via Celoria 2, I-20133, Milano, Italia.

Nel comparto di produzione florovivaistico italiano, che va dal fiore alla fronda recisa, dalla pianta da vaso (verde o fiorita) alla pianta da esterno, ecc., l'elevata qualità rappresenta il principale strumento di marketing per questi prodotti ornamentali ed è quindi l'elemento trainante per la penetrazione nei mercati commerciali e per il conseguente successo aziendale. Pertanto, la durata postraccolta è di cruciale importanza nel determinare il valore di una coltura ornamentale ed è intimamente legata agli accorgimenti tecnologici predisposti durante le fasi della conservazione e del trasporto del prodotto in grado di preservare le caratteristiche estetiche del prodotto. L'applicazione di prodotti innovativi a basso impatto ambientale per migliorare le performance qualitative durante le fasi di post-raccolta, possono fornire un supporto adeguato al mantenimento dei processi vitali nei tessuti vegetali sottoposti alle condizioni di conservazione e trasporto.

Gli steli legnosi recisi con grappoli di frutti colorati persistenti sono specie di notevole interesse floricolo sia da sole, che in combinazione con fiori recisi e/o fronde verdi recise per la valorizzazione di composizioni floreali (i.e. effetto riempimento). *Ilex verticillata* è un arbusto ornamentale originario del Nord America, con chioma decidua e lunghi rami nudi senza foglie con bacche rosse persistenti in inverno. Questa specie è diffusa e coltivata anche in Italia e la sua domanda è incrementata notevolmente negli ultimi anni durante il periodo delle festività natalizie e del capodanno cinese.

Gli steli legnosi di *I. verticillata* sono generalmente raccolti da inizio novembre a metà dicembre, quando hanno perso le foglie mantenendo solo le numerose bacche rosse. Dopo la raccolta questi prodotti devono resistere a prolungati periodi di conservazione e stoccaggio che prevedono sia spedizioni a lunga distanza che periodi di vendita dilatati fino a metà gennaio. La perdita della qualità post-raccolta di queste fronde legnose è essenzialmente imputabile all'abscissione e/o senescenza dei frutti e alle variazioni di peso durante il prolungato periodo di stoccaggio/conservazione, che si traduce direttamente in perdita economica da parte dell'azienda.

In questo contesto, gli obiettivi di questa ricerca sono stati quelli di valutare le performance postraccolta di queste fronde con frutti utilizzando trattamenti esogeni con composti naturali ad azione antiossidante (melatonina) o inibitori dell'azione dell'etilene a basso impatto ambientale (1-MCP) per rallentare i processi di senescenza, monitorando gli effetti della conservazione a freddo e le successive performance degli steli a temperatura ambiente (22°C).

Parole chiave: melatonina, 1-MCP, senescenza, postraccolta, conservazione a freddo.

Utilizzo dell'anidride solforosa nella conservazione dei piccoli frutti

Giuggioli N.R., Peano C., Giacalone G., Brondino L.

nicole.giuggioli@unito.it

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Torino

La limitata *shelf life* a cui vanno incontro i piccoli frutti, se non vengono applicate idonee strategie di conservazione in post raccolta, è legata a fenomeni di perdite di peso, decadimento qualitativo, avvizzimento e decadimento fungino dei prodotti che non possono essere pertanto commercializzati. L'utilizzo delle basse temperature e sistemi di modificazione delle atmosfere di conservazione possono essere abbinati nei magazzini ortofrutticoli all'utilizzo dell'anidride solforosa (SO₂). Questo gas, ampiamente utilizzato nel settore vinicolo e nei prodotti frutticoli trasformati ed essiccati trova limitato impiego nel settore della frutta fresca sebbene le proprietà antimicrobiche ed antifungine siano importanti. Le strategie commerciali utilizzate per l'impiego della SO₂ sono differenti ed impiegano processi che vanno dalla fumigazione diretta a generatori inseriti nei sistemi di imballaggio (pad o film attivi). L'obiettivo della filiera dei piccoli frutti è quello di ottenere un ampliamento della finestra di presenza sul mercato del prodotto fresco per poter gestire meglio e valorizzare l'offerta e fidelizzare la domanda. In quest'ottica si inserisce questo lavoro che vuole valutare l'utilizzo di sistemi di conservazione in magazzino ortofrutticolo di MAP attive abbinati all'utilizzo della SO₂ per la conservazione di mirtillo gigante (cv Cargo) e ribes rosso (cv Rovada). L'unità di conservazione utilizzata per entrambe le specie è stato il *pallet bag* (pedana commerciale) a cui sono state abbinati a seconda delle tesi di trattamento le atmosfere modificate con CO₂ e la SO₂ (fogli a lento rilascio SmartPac). Tutte le pedane sono state conservate in cella di refrigerazione a + 2°C e 90–95% UR per un tempo di conservazione pari a 60 giorni. I monitoraggi qualitativi eseguiti ed in particolare le perdite di peso dei frutti, valutazione organolettica e visiva, evoluzione della popolazione microbica e fungina, hanno permesso di valutare in maniera positiva su entrambe le specie i trattamenti di MAP in abbinamento alla SO₂ rispetto ai campioni testimone.

Parole chiave: *Vaccinium corymbosum* L., *Ribes rubrum* L., SO₂, MAP attiva, qualità.

Valutazione dei cambiamenti qualitativi di frutti di pero trattati con *edible coating* in post-raccolta

Sortino G., Guccione E., Allegra A., Farina V., Inglese P.

paolo.inglese@unipa.it

Department of Agriculture, Food and Forestry Sciences (SAAF) – Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze ed. 4 ingresso H - 90128 Palermo (Italy)

La pera è un frutto climaterico caratterizzato da intensa attività metabolica post-raccolta, fattore che inficia notevolmente le sue caratteristiche qualitative pregiudicandone la *shelf-life* e obbligando gli attori economici a ricorrere a costosi metodi di condizionamento come la frigoconservazione anche quando il prodotto è destinato al consumo fresco con un conseguente aumento dei costi in fase distributiva e di commercializzazione. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di studiare gli effetti di diversi *edible coating*, barriere selettive edibili facilmente realizzabili con matrici a basso costo ed ecocompatibili in grado di preservare il prodotto, su frutti di pero al fine di individuare il trattamento che meglio preservi le caratteristiche qualitative garantendo al contempo la più elevata *shelf-life*. Obiettivo applicativo della prova è stato quello di valutare le potenzialità di una filiera pericola in IV gamma innovativa grazie all'impiego del più idoneo trattamento filmogeno. La ricerca è stata condotta su frutti di pero delle cv *Coscia*, *Abate Fétel* e *Butirra*, ed è stata articolata in 3 linee di studio corrispondenti a tre diverse formulazioni di *edible coating*: 1. $\text{CaC}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_{12}$ (ascorbato di calcio - AC); 2. $\text{C}_{35}\text{H}_{49}\text{O}_{29}$ (Xanthan Gum - XAN); 3. $\text{C}_{56}\text{H}_{108}\text{O}_{30}$ (Idrossipropilmetilcellulosa - HPMC). Le soluzioni filmogene sono state applicate mediante *dipping* (immersione in soluzione) e dopo il condizionamento in vaschette di PET i campioni sono stati stoccati a 5 ± 1 °C con RH al 95% per 7 giorni. Ad intervalli di 2, 5, 7 giorni sono state effettuate le analisi distruttive quali consistenza della polpa e residuo secco rifrattometrico e analisi non distruttive per determinare la perdita di peso, il colore e *visual score* mediante scala edonica (1-5). Un panel composto da 11 giudici ha eseguito l'analisi sensoriale (scala 1-9 per 14 descrittori). Il contenuto in solidi solubili totali ha subito leggere variazioni negative dovute all'idrolisi dell'amido in tutte e tre le cv: i valori più bassi sono stati riscontrati nelle tesi CTR e AC. La *texture* è stata fortemente influenzata dalla componente varietale ma i migliori trattamenti sono risultati AC e XAN. La perdita di peso ha registrato valori più elevati nella tesi HPMC (+20% rispetto a XAN e AC) ma è bene precisare che le variazioni sono state, per tutte e tre le linee di ricerca, nell'ordine dello 0,6-0,8%. L'influenza dei coating ha influito positivamente sia parametri qualitativi che quelli sensoriali; la valutazione complessiva per i tre trattamenti ha fatto registrare punteggi tra 6 e 8. I risultati ottenuti indicano che l'impiego delle tre formulazioni di *edible coating* hanno complessivamente garantito il mantenimento delle caratteristiche qualitative dei frutti durante i sette giorni di *shelf-life* ed in particolare i migliori effetti sono stati ottenuti con il trattamento a base di xanthan gum.

Parole chiave: *Pyrus communis* L., analisi sensoriale, consistenza, qualità, gel filmogeni.

Valutazione dell'applicazione di *edible coating* sulla qualità dei frutti di fragola durante la frigoconservazione

Liguori G., Greco G., Busetta G., Cannatella R., Gaglio R., Inglese P.

giorgia.liguori@unipa.it

Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Forestali (SAAF) – Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze ed. 4 ingresso H - 90128 Palermo (Italy)

La fragola è un frutto non climaterico caratterizzato da alti livelli di vitamina C, acido folico, vitamina E, β -carotene, fenoli e antociani, composti strettamente correlati ai benefici per la salute. Le fragole sono frutti altamente deperibili con una vita post-raccolta molto breve a causa della loro suscettibilità ai danni meccanici, alla rapida perdita di consistenza, al deterioramento fisiologico e al decadimento causato da diversi agenti patogeni (lieviti e muffe) che possono ridurre rapidamente la qualità del frutto. Lo scopo del presente studio era valutare l'effetto dell'applicazione di *edible coating* a base di mucillagine di *O. ficus-indica* in combinazione con acido ascorbico, sulla qualità, sui parametri sensoriali e le caratteristiche microbiologiche del frutto di fragola durante la. La ricerca è stata condotta su frutti di fragola della varietà *Florida Fortuna*, i frutti sono stati trattati, mediante la tecnica dello *spray drying*, con *edible coating* a base di mucillagine estratta dai cladodi di ficodindia a cui è stata aggiunta una soluzione di acido ascorbico al 5%. Al termine dell'applicazione i frutti trattati con *edible coating* e quelli non trattati (controllo) sono stati posti all'interno di vaschette in PET abitualmente usate per la commercializzazione dei frutti di fragola, e conservati alla temperatura di $4 \pm 0,5$ °C con RH al 85% per 12 giorni. Alla raccolta e ad intervalli regolari, sui frutti sono state effettuate le analisi chimico-fisiche, microbiologiche, l'analisi sensoriale, ed è, inoltre, stato monitorato il calo peso e valutato il visual score (5-1).

Durante la frigoconservazione i frutti di fragola hanno mostrato un aumento lineare della perdita di peso, il calo peso è risultato notevolmente superiore (+ 11,3% in media) nei frutti non trattati con *edible coating*. Il rivestimento edibile ha influenzato positivamente il contenuto di acido ascorbico nei frutti, con un aumento del 36,0% nelle fragole rivestite con *edible coating*; il contenuto in solidi solubili totali e il colore dei frutti di fragola, sono stati influenzati solo dalla durata della conservazione e non dal trattamento. Al termine della frigoconservazione la qualità visiva e l'analisi sensoriale hanno registrato punteggi più elevati nei frutti trattati. L'applicazione del rivestimento edibile a base di mucillagine in combinazione con l'acido ascorbico, sebbene non sia stato in grado di inibire la crescita microbica, ha limitato in modo significativo il suo sviluppo nei frutti di fragola trattati. I risultati ottenuti suggeriscono che il trattamento a base di mucillagine di *O. ficus-indica* + 5% di acido ascorbico potrebbe essere un metodo efficace per il mantenimento della qualità dei frutti di fragola durante la frigoconservazione e per prolungarne la vita post-raccolta.

Parole chiave: *Fragaria* × *ananassa*, film edibili, *O. ficus-indica*, acido ascorbico, post-raccolta.

Valutazione di materiali di confezionamento per la conservazione di fronde recise di ruscus

Franzoni G.¹, Farris S.², Ferrante A.¹

giulia.franzoni@unimi.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli studi di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano

²Dipartimento di Scienze per gli Alimenti la Nutrizione e l'Ambiente, Università degli studi di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano

Il settore del florovivaismo costituisce un comparto importante nell'ambito del panorama agricolo nazionale fornendo prodotti di alta qualità particolarmente apprezzati nei mercati esteri. La qualità di questi prodotti è definita principalmente dalla durata del post-raccolta che si traduce a tutti gli effetti nel mantenimento delle caratteristiche estetiche. Il lavoro si inserisce nel progetto LECOSFLO con l'obiettivo di individuare delle tecniche di conservazione innovative ed eco-sostenibili per preservare la qualità delle fronde recise durante un trasporto di lunga durata. In particolare, è stato studiato l'effetto di 3 diversi materiali (Polipropilene, Polietilene e Mater-Bi) di confezionamento sulla conservazione e la successiva durata in vaso di fronde recise di ruscus (*Danae racemosa*). Le fronde confezionate con un leggero sottovuoto sono state conservate a 4 °C per un periodo totale di 60 giorni. Ogni 15 giorni lo stato delle fronde è stato valutato attraverso tecniche distruttive (pigmenti, zuccheri totali, saccarosio, perdita elettrolitica) e non distruttive (peso, stato di idratazione, clorofilla, fluorescenza della clorofilla a). L'effetto della combinazione tra il tempo di conservazione e i materiali usati per il confezionamento sulla successiva durata in vaso è stato studiato ponendo le fronde a 20 °C in vasi con acqua deionizzata. I risultati hanno mostrato che il leggero sottovuoto applicato alle confezioni non ha causato danni meccanici alle foglie. I materiali plastici impiegati hanno avuto effetti diversi sia durante la conservazione sia durante la vita in vaso delle fronde di ruscus. Polipropilene e Polietilene hanno rallentato la perdita di peso fisiologica legata alla disidratazione e ritardato la senescenza. Al contrario, le fronde confezionate in buste di Mater-Bi hanno mostrato un calo significativo nel contenuto di clorofilla e uno stress maggiore a livello fogliare, sia in termini di funzionamento dell'apparato fotosintetico sia come danno alle membrane. Le fronde conservate in Polipropilene e Polietilene si sono conservate fino a 60 giorni mentre quelle in Mater-Bi sono risultate non idonee al mercato dopo 45 giorni. La tipologia di packaging ha influenzato anche il contenuto di carboidrati nelle foglie che sono diminuiti con l'aumentare del periodo di conservazione. Queste condizioni hanno di conseguenza influito sul mantenimento della qualità e sulla durata postraccolta. Ulteriori prove verranno effettuate al fine di individuare strategie sostenibili ed efficaci a supporto della logistica dei prodotti floricoli.

Parole chiave: *Danae racemosa*, mater-bi, polietilene, polipropilene, post-raccolta.

Miglioramento genetico

Applicazione di biotecnologie innovative per il miglioramento genetico del castagno per la resistenza a patogeni

Pavese V.¹, Moglia A.¹, Gonthier P.¹, Torello Marinoni D.¹, Cavalet-Giorsa E.¹, Corredoira E.², Martínez M.T.², Botta R.¹

vera.pavese@unito.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari DISAFA, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, Grugliasco, 10095 Torino, Italy

²Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG), Avd Vigo s/n, 15705 Santiago de Compostela, Spain

Castanea sativa è una specie arborea molto apprezzata ed impiegata in tutto il mondo grazie all'eccellente qualità del legno e dei frutti. Questa specie è interessata da due gravi malattie, il mal dell'inchiostro ed il cancro corticale, causate rispettivamente da *Phytophthora* spp. e *Cryphonectria parasitica*. Questi due patogeni hanno afflitto pesantemente i castagneti, rendendo necessario un loro contenimento anche grazie al miglioramento genetico dell'ospite. Il miglioramento genetico tradizionale basato sugli incroci tra *C. sativa* (Castagno Europeo) e le specie asiatiche resistenti (*C. crenata*; *C. mollissima*), si è dimostrato efficace per il contenimento del mal dell'inchiostro a discapito però della qualità dei frutti. Per ovviare a questa problematica, l'ingegneria genetica rappresenta un interessante strumento per accelerare il miglioramento genetico tradizionale e permettere rapidamente la modifica target di un gene di interesse. Nelle reazioni di difesa sono coinvolti i geni di resistenza (R) che sono in grado di percepire gli effettori dei patogeni ed innescare il meccanismo di difesa dell'ospite. I patogeni hanno sviluppato tuttavia efficienti strategie per superare la resistenza indotta mediante i geni R.

I geni di suscettibilità (S) sono geni della pianta utilizzati dal patogeno per facilitare la sua proliferazione. Il silenziamento di questi geni potrebbe interrompere la compatibilità ospite-patogeno, favorendo una resistenza ad ampio spettro. In alcune specie vegetali quali *Arabidopsis thaliana*, pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.), pisello (*Pisum sativum* L.), peperone (*Capsicum annum* L.), tabacco (*Nicotiana tabacum* L.) e grano (*Triticum aestivum* L.) è stata dimostrata una tolleranza alle malattie tramite il silenziamento dei geni S.

In questo lavoro viene illustrata la differente espressione dei geni S in *C. sativa* (suscettibile) e in *C. crenata* (resistente) in risposta all'infezione di *Phytophthora cinnamomi* e *Cryphonectria parasitica*. I geni candidati verranno utilizzati in programmi di gene editing mediante l'applicazione della tecnologia CRISPR/Cas9, per la prima volta testata su embrioni somatici di *C. sativa*.

Parole chiave: *Castanea*, *Phytophthora cinnamomi*, *Cryphonectria parasitica*, trasformazione genetica, CRISPR/CAS9.

Caratterizzazione di una popolazione di limone per l'identificazione di fonti di resistenza di origine genetica a stress biotici

Catalano C., Licciardello G., Seminara S., Distefano G., Di Guardo M., Tropea Garzia G., Tortorici S., Zappalà L., Biondi A., La Malfa S.G., Gentile A.

chiara.catalano@phd.unict.it

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123, Catania

Benché il 48% della produzione globale di limone (*C. limon* (L.) Burm. f.) sia localizzata nel Bacino del Mediterraneo, la sua coltivazione in questi ambienti è fortemente limitata da una severa tracheomicosi, nota come *mal secco*, il cui agente eziologico, *Plenodomus tracheiphilus*, è inserito nella lista A2 dei patogeni da quarantena dell'European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). Ad oggi, sia gli interventi di carattere agronomico che fitosanitario non sono sufficienti a contenere i danni e oltre un secolo di ricerche finalizzate all'ottenimento di genotipi tolleranti, non ha raggiunto l'obiettivo, né individuato le basi genetiche della tolleranza nell'ospite. Le moderne tecniche di Next Generation Sequencing (NGS) e specifiche analisi bioinformatiche, offrono tuttavia nuove opportunità per l'individuazione di marker molecolari associati ai caratteri di interesse attraverso la costituzione di popolazioni segreganti e l'analisi del germoplasma disponibile. Al fine di identificare fonti genetiche di resistenza a stress di origine biotica ed in particolare al *mal secco* è stata costituita una popolazione di limone, incrociando la varietà tollerante 'Interdonato', con il 'Femminello Siracusano 2kr', molto produttivo, ma suscettibile alla tracheomicosi. La caratterizzazione del comportamento di questa popolazione nei confronti del *mal secco* è un passo cruciale per la costituzione di un dataset fenotipico strutturato che possa supportare l'analisi genotipica condotta parallelamente attraverso un approccio di Genotyping By Sequencing (GBS). La fenotipizzazione della popolazione segregante per il carattere di suscettibilità a *mal secco* è stata condotta attraverso delle prove di inoculazione *in planta* con una sospensione fialoconidica del fungo, e la gravità dei sintomi è stata esaminata settimanalmente secondo una scala empirica di valutazione. Misurazioni più precise dell'area fogliare sintomatica tramite analisi di immagine e indagini microscopiche della risposta al patogeno, forniranno dati più precisi e puntuali riguardo il complessivo grado di suscettibilità dei genotipi testati. Infine, durante la propagazione della popolazione segregante, questa è stata naturalmente attaccata dall'acaro fitofago *Tetranychus urticae* e i diversi genotipi hanno già manifestato una gravità dei sintomi piuttosto variabile. Di conseguenza, sono stati messi a punto dei biosaggi di laboratorio al fine di fenotipizzare la suscettibilità all'acaro. Nel complesso, la popolazione segregante di limone costituita (circa 130 individui) rappresenta una preziosa fonte di variabilità per la caratterizzazione della risposta fenotipica a stress biotici, nonché ad altri caratteri di pregio, e per l'individuazione di marker molecolari associati ai caratteri di interesse agronomico.

Parole chiave: popolazione segregante, fenotipizzazione, mal secco, ragnetto rosso.

Costituzione di nuove varietà di cavolo broccolo, fagiolo mangiatutto e pomodoro per la transizione agroecologica dell'azienda orticola: il caso del progetto EU H2020 BRESOV

Branca F.¹, Schippa G.¹, Papa R.², Cardì T.³

fbranca@unict.it

¹Università di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), via Valdisavoia 5, Catania, Italy.

²Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3), Ancona, Italy.

³Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo (CREA-OF), Via Cavallegeri 25, 84098 Pontecagnano.

Il progetto BRESOV (*Breeding for Resilient, Efficient and Sustainable Organic Vegetable production*), approvato nell'ambito del Programma EU H2020 (SFS-07-2017, GA 774244), persegue l'obiettivo generale di incrementare la competitività di tre importanti colture orticole (cavolo broccolo, fagiolino e pomodoro), attraverso la costituzione e diffusione di cultivar resilienti ai cambiamenti climatici, idonee ai sistemi e alle tecniche di coltivazione biologica (<https://bresov.eu>). Il progetto è sostenuto da 22 partner, che rappresentano 10 Paesi europei, 2 Paesi associati UE (Svizzera e Tunisia) e 2 Paesi extra-UE (Cina e Corea del Sud), strettamente interconnessi con articolate attività interdisciplinari.

La cronica carenza di sementi biologiche per l'orticoltura, a cui si assiste da decenni in Europa, e l'abuso di richieste di deroga per la coltivazione in biologico di sementi non certificate sono stati presi in considerazione dalla Direttiva EU 848/2018 che vieta tale deroga e pone le basi per la costituzione del catalogo delle varietà eterogenee per la coltivazione biologica. L'ambizione del progetto è quella di: i) migliorare la competitività della produzione biologica di tre importanti colture orticole; ii) ampliare la base genetica per il miglioramento genetico di tali colture; iii) migliorare le varietà esistenti e/o di recente costituzione per la produzione di ortaggi biologici in EU; iv) aumentare la resistenza di tali colture agli stress biotici e abiotici.

Il progetto, avviato nel maggio del 2018, ha consolidato una rete di collaborazioni attive per lo sviluppo della produzione di sementi ortive biologiche di elevata qualità grazie all'ampio coinvolgimento di portatori di interesse (breeder, ditte sementiere, tecnologi agrari e alimentari, associazioni di coltivatori e di consumatori, industrie alimentari, istituti di istruzione e di ricerca ecc.). Durante le attività in corso, 837 accessioni di *Brassica oleracea* (broccoli, cavolfiori e relativi parenti selvatici), 496 di *Solanum lycopersicum* e 675 di *Phaseolus vulgaris* sono stati genotipizzati e fenotipizzati per identificare tratti di interesse per l'orticoltura biologica (caratteristiche biomorfologiche delle piante, tolleranza a stress abiotici, efficienza d'uso di azoto e di acqua, resistenza a patogeni chiave). Particolare attenzione è stata posta al contenuto di composti antiossidanti, quali glucosinolati, polifenoli, carotenoidi, e proteici e alle principali caratteristiche organolettiche del prodotto (es. dolcezza, acidità, colore). In atto è in corso la valutazione degli individui contraddistinti da tratti agronomici e tecnologici di pregio, in aziende biologiche di vari Paesi europei ed extra-EU, caratterizzati da differenti condizioni pedoclimatiche e culturali.

I risultati sinora acquisiti consentono già al consorzio di supportare la crescente domanda di ortaggi biologici. La selezione e la propagazione in corso dei genotipi di élite di cavolo broccolo, fagiolino e pomodoro, più resistenti ai cambiamenti climatici e ai parassiti delle piante, pongono le basi per rendere l'orticoltura biologica più competitiva e attraente per gli agricoltori di tutta Europa e anche nei Paesi Extra-EU.

Parole chiave: Agrobiodiversità, *Brassica oleracea*, *Phaseolus vulgaris*, *Solanum lycopersicum*, orticoltura biologica, qualificazione varietale.

Dati preliminari sull'utilizzo di due approcci di *editing* genico al fine di coniugare la presenza di licopene e di antocianine in frutti di arancio dolce

Salonia F.^{1,2}, Ciacciulli A.¹, Pappalardo H.D.¹, Poles L.^{1,2}, La Malfa S.², Licciardello C.¹

concetta.licciardello@crea.gov.it

¹CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (Catania)

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

In letteratura è stato ampiamente descritto il ruolo antiossidante delle antocianine e del licopene, che svolgono un'azione benefica sulla salute umana. Questi caratterizzano gli agrumi in maniera mutualmente esclusiva e pertanto sarebbe di grande interesse disporre, in un prossimo futuro, di varietà arricchite in entrambi i pigmenti (rosso-porpora e rosa, rispettivamente). Oggi questo obiettivo è perseguibile, oltre che attraverso il *breeding* classico, anche sfruttando le Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA). Infatti, l'*editing* e la cisgenesi consentono di intervenire in maniera mirata sul genoma delle varietà di pregio, riducendo di gran lunga i tempi del *breeding* tradizionale. Il presente lavoro ha l'obiettivo di intervenire in varietà di arance a polpa pigmentata, mediante due approcci di *editing* genico finalizzati alla disattivazione del gene della b-ciclasina2 (bLYC2), responsabile della degradazione del licopene.

Per il *genome editing* è stata sfruttata la tecnologia GoldenBraid 3.0, che ha previsto il disegno di due *RNAguide* nella regione codificante di LYC2 al fine di disattivare il gene, o inducendo una delezione di 271bp compresa tra le due "guide", o causando una mutazione in almeno una delle "guide".

Parallelamente, è stato messo a punto un costrutto per *base editing* che sfrutta la tecnologia di PCR mutagenesi, al fine di indurre una mutazione puntiforme in LYC2 attraverso l'introduzione di un codone di stop prematuro, generando pertanto una proteina tronca non funzionante.

Entrambi i costrutti sono stati assemblati e utilizzati per la trasformazione genetica mediata dal ceppo EHA105 di *Agrobacterium tumefaciens*. Le trasformazioni sono state condotte su internodi di semenzali di Carrizo citrange (CC, "specie modello" per *Citrus*), Doppio Sanguigno (DS) e pompelmo Duncan FT (*terminal flower*, DFT). In quest'ultimo caso l'auspicio è quello di bypassare la lunga fase giovanile degli agrumi ed ottenere una possibile fioritura anticipata e quindi una valutazione del fenotipo in tempi ancora più ridotti. Gli espianti (210 di CC, 510 di DS, 300 di DFT), dopo la trasformazione, sono stati trasferiti in terreno selettivo (kanamicina 70mg/L). I germogli resistenti sono stati validati in PCR per *nptII* e per la proteina Cas9. Attualmente i risultati più promettenti sono stati ottenuti per CC, per il quale si dispone di diversi rigeneranti PCR-positivi che sono mantenuti in substrato radicante (0,5 mg/L acido alfa-naftalenacetico) allo scopo di rigenerare piante complete da avviare alle successive fasi di valutazione e da sequenziare per definire la natura dell'*editing* indotto.

I dati, seppur preliminari, rappresentano un incoraggiante esempio di TEA applicate al miglioramento di un carattere qualitativo del frutto.

Parole chiave: *Citrus*, licopene, beta ciclasina, tecnologie di evoluzione assistita, goldenbraid 3.0.

DNA methylation dynamics influence pigmentation in sweet orange fruit [*Citrus sinensis* L. (Osbeck)] under cold stress

Sicilia A., Scialò E., Lo Piero A.R.

rlopiero@unict.it

Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A), University of Catania, Via Santa Sofia 98, 95123 Catania, Italy

The blood red color of pigmented orange fruit varieties [*Citrus sinensis* L. (Osbeck)] is due to the presence of anthocyanin pigments that largely contribute to determine the high organoleptic qualities and the nutritional properties of the fruits. The content of pigments in sweet orange depends primarily on genetic factors and on environmental conditions. In particular, it has been extensively shown that cold temperature induces an increase of anthocyanin content that is achieved by the induction of the related gene expression. The purpose of our work is to understand the mechanism underlying the color variegation occurring inside the blood oranges during the cold induction of anthocyanin biosynthesis, despite the fact that the entire fruit is genotypically programmed to produce pigments. Therefore, the amount of anthocyanin and the expression of both structural and regulatory genes have been monitored in either high-pigmented (HP) or not/low pigmented (NP) segments of the same fruit during the storage at 4 °C for a total experimental period of 25 days. Our results clearly indicate that the anthocyanin content is directly correlated with the levels of gene transcription, with higher pigmented areas showing higher enhancement of gene expression. Furthermore, we analyzed the reshaping of the DNA methylation status at the promoter regions of genes related to anthocyanin biosynthetic pathway, such as *DFR* and *Ruby*. Our results unequivocally demonstrate that in the promoter regions of both *DFR* and *Ruby*, the amount of cytosine methylation strongly decreases along the cold storage in the HP areas, whereas it increases in the NP areas of the same fruit, probably causing a partial block of the gene transcription. Finally, by measuring the changes in the expression levels of the Citrus DNA demethylases, we found that DML1 might play a crucial role in determining the observed demethylation of *DFR* and *Ruby* promoters, with its expression induced by cold in the HP areas of the fruits. This is the first report in which different levels of gene expression implicated in anthocyanin production in blood orange fruit is correlated with an epigenetic control mechanism such as promoter methylation.

Keywords: *Citrus sinensis*, sweet orange, anthocyanin, pigment variegation, DNA methylation, cold stress.

Doria: nuova cv di melo a maturazione medio-precocce

Nencetti V.¹, Vannuccini D.²

valter.nencetti@unifi.it

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università di Firenze, viale delle Idee 30, Polo Scientifico di Sesto Fiorentino (FI)

²via Bruno Buozzi, 51 Foiano della Chiana (AR)

Individuata nel 2010 presso l'Azienda di Doriano Vannuccini in Val di Chiana (AR) e originata da semenzale di genealogia sconosciuta, Doria è in corso di valutazione da alcuni anni, oltre che nella zona di origine da 6 accreditate stazioni sperimentali disposte in aree di pianura e collinari del centro-nord Italia.

Caratteri agronomici e biologia fiorale – L'albero è rustico e di elevata produttività, ha vigoria medio-scarso ed *habitus* regolare. La fioritura è abbondante, di epoca intermedia; la differenziazione a fiore avviene già sui rami anticipati di astoni preformati in vivaio; impollinatore *Malus floribunda* (1/10 pp fuori sesto). L'epoca di maturazione è medio-precocce (+10 Royal Gala, 1 settembre a Foiano della Chiana (AR).

Caratteri pomologici - I frutti sono molto attraenti, hanno pezzatura medio-grossa, forma rotondo conica in sezione longitudinale, circolare in sezione trasversale; la cavità calicina è completamente aperta, la buccia è mediamente spessa, con sovraccolorazione rosata, striata estesa per il 50-60% della superficie del frutto. La polpa è succosa, croccante, dolce (14° Brix) e aromatica di scarsa acidità. Buona la consistenza e la conservabilità in cella refrigerata per oltre 3 mesi dopo raccolta.

Parole chiave: melo, *Malus pumila*, cv, miglioramento genetico.

Editing genomico di *Ocimum basilicum* L. tramite CRISPR/Cas9 per indurre resistenza al patogeno *Peronospora belbahrii*

Laura M.¹, Forti C.¹, Barberini S.^{1,2}, Ciorba R.^{1,3}, Mascarello C.¹, Cassetti A.¹, Giovannini A.¹, Ruffoni B.¹, Savona M.¹

marco.savona@crea.gov.it

¹CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, C.so Inglesi 508, 18038 Sanremo (IM)

²IPSP CNR Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI)

³CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Via di Fioranello 52, 00134 Roma

La peronospora del basilico (*Ocimum basilicum*) è causata dal fungo oomicete *Peronospora belbahrii*, ed è una fitopatia molto diffusa. I sintomi sono a carico dell'intero apparato fogliare, con clorosi e lesioni della foglia in prossimità della venatura centrale e la comparsa, sulla pagina inferiore, di un'abbondante sporulazione di colore grigio. Le foglie diventano gradualmente necrotiche e cadono (fase necrotrofica). Le coltivazioni del basilico effettuate in serra e in pieno campo, destinate rispettivamente al consumo fresco e trasformato, sono ormai da un decennio pesantemente danneggiate da infezioni di *Peronospora belbahrii* (Minuto *et al.*, 2004), causando perdite di raccolto prossime al 100%.

L'uso sempre maggiore di agenti chimici per contrastare queste avversità non si adegua alla prospettiva di un'agricoltura indirizzata sempre più a un modello sostenibile. Per questo motivo, conferire resistenza ai patogeni rappresenta una priorità nei programmi di miglioramento genetico delle specie vegetali. Con il recente sviluppo delle tecnologie di genome editing, in particolare il sistema CRISPR/Cas9, si è in grado di intervenire a livello genetico in modo rapido ed efficiente, modificando caratteri di interesse agrario, come ad esempio spegnere geni che rendono basilico vulnerabile ai patogeni. Di particolare interesse è il gene di suscettibilità *DMR6* (*downy mildew resistance 6*) la cui mutazione ha dimostrato conferire resistenza a oomiceti, in *Arabidopsis thaliana* (Zeilmaker *et al.*, 2015) e in *Solanum lycopersicum* (Thomazella *et al.*, 2016). Il presente lavoro descrive l'isolamento dell'intera sequenza ortologa di *DMR6* (*ObDMR6*, 1260bp), in *Ocimum basilicum* cv. 'FT Italiko' e l'applicazione di genome editing mediante la tecnologia CRISPR/Cas9.

A tale scopo è stato utilizzato il vettore binario pDirect_22c (Cermak *et al.*, 2017), ottimizzato per creare knockout genetici singoli o multipli. Sono stati identificati due siti target (gRNA) sull'esone 2 di *ObDMR6*, utilizzando il tool CRISPRdirect (Naito *et al.*, 2015) e utilizzati per la creazione di una cassetta di clonaggio per l'espressione contemporanea dei 2 gRNA, a partire da un singolo trascritto, per ottenere mutazioni mirate in due punti del gene. Il costrutto ottenuto è stato utilizzato in esperimenti di trasformazione genetica di *O. basilicum* mediata da *Agrobacterium rhizogenes* e *tumefaciens*, che hanno portato, rispettivamente, all'ottenimento del 96% di hairy roots positive all'integrazione di Cas9 e del 82,3% di piante rigenerate editate. Dovrà essere valutata la resistenza dei cloni editati al patogeno *P. belbahrii* attraverso saggi di infezione *in vitro* e l'identificazione di mutazioni off-target.

Parole chiave: CRISPR/Cas9, genome editing, *Ocimum basilicum*, sostenibilità, peronospora.

Genome editing applicato agli agrumi per l'induzione di apirenia nei mandarini

Poles L.^{1,2}, Ciacciulli A.¹, Salonia F.^{1,2}, Pappalardo H.D.¹, Distefano G.², Gentile A.², La Malfa S.², Licciardello C.¹

lara.poles@crea.gov.it

¹CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Acireale, Italia

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania, via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia

Il comparto dei mandarini e mandarino-simili è uno tra i più dinamici nell'ambito dell'agrumicoltura nazionale ed internazionale ed il carattere dell'apirenia è tra quelli maggiormente apprezzati e studiati. Nell'ambito del progetto *CITRUS Citrus improvement by sustainable biotechnologies* (finanziato dal MIPAAF) sono state definite alcune strategie di intervento, mettendo appunto dei costrutti plasmidici per *genome editing* allo scopo di ottenere individui apireni. I geni bersagli considerati sono *iku1* e *iku2* che intervengono nella regolazione della dimensione del seme e, in Arabidopsis, bloccano lo sviluppo dell'endosperma allo stadio sinciziale. Il costrutto *pIKU-editing_GB* è stato ottenuto sfruttando la tecnologia GoldenBraid a doppia guida ed è stato validato mediante digestioni enzimatiche e sequenziamento. Il vettore plasmidico contiene, in particolare, le sequenze per le 2 guide (*sgIKU10* e *sgIKU4*) disegnate al fine di creare una delezione di 350bp del gene *iku1* e/o mutazioni in corrispondenza delle singole guide, la cassetta della proteina *Cas9* e quella per la resistenza a kanamicina. Il costrutto è stato inserito nel ceppo EHA105 di *Agrobacterium tumefaciens* ed utilizzato per esperimenti di trasformazione, impiegando a tal fine sia specie modello (citrange Carrizo e pompelmo Duncan), sia varietà di mandarino caratterizzate da buona qualità ma con elevato numero di semi (Mandarino Tardivo di Ciaculli e Mandarino Avana). Il protocollo di trasformazione, opportunamente ottimizzato, ha previsto l'utilizzo di internodi ottenuti da piantine di origine nucellare, che dopo l'infezione con l'agrobatterio sono stati posti in coltura su terreno selettivo; i germogli rigenerati sono stati microinnestati *in vitro* su citrange Carrizo (per pompelmo Duncan e per i mandarini) o posti a radicare (per il citrange Carrizo), quindi ambientati e sottoposti a verifica PCR per la presenza del transgene.

Al momento, tra i rigenerati, sono stati verificati, con i primer per la presenza delle regioni *nptIII* e *Cas9*, 7 espianti di citrange Carrizo (su 78 analizzati) ed 1 per il pompelmo Duncan (su 13 analizzati).

Le trasformazioni dei mandarini sono tuttora in corso, utilizzando sia internodi da piante giovani, sia da piante mature, per ovviare alla problematica della lunga fase giovanile che caratterizza gli agrumi.

Il sequenziamento della regione genica comprendente le 2 guide sugli espianti trasformati consentirà di verificare l'avvenuto *editing* e di caratterizzare il tipo di mutazione indotta dalla proteina *Cas9*. Parallelamente all'approccio di *genome editing*, sono stati disegnati, e sono attualmente in corso i sequenziamenti per verificare il corretto assemblaggio, anche dei costrutti che consentono di applicare il *base editing* ai geni bersaglio, interrompendo prematuramente la sintesi della proteina bersaglio.

Parole chiave: biotecnologie sostenibili, trasformazione, *Citrus*, mandarini, CRISPR/Cas9.

Identificazione di genotipi tolleranti e resistenti a Mal secco degli agrumi in una collezione di germoplasma agrumicolo in Sicilia

Russo R.^{1,2}, Caruso M.¹, Arlotta C.¹, Sicilia A.², Lo Piero A.R.², Nicolosi E.², Di Silvestro S.¹

silvia.disilvestro@crea.gov.it

¹CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale, Italia;

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania, Italia;

Il Mal secco degli agrumi è la più grave micopatia che colpisce il limone ed è causa di ingenti perdite di produzioni alla limonicoltura italiana. L'agente patogeno della malattia è il fungo *Plenodomus tracheiphilus*. Differenti metodi di miglioramento genetico sono stati utilizzati, ma nessuno di essi fino ad oggi ha permesso di raggiungere i risultati sperati. Infatti, sebbene qualche varietà di limone meno suscettibile alla malattia e con buone caratteristiche produttive sia stata selezionata (Femminello Zagara Bianca), in alcuni areali, l'alta pressione del patogeno ha consentito agli agrumicoltori il solo utilizzo del Monachello, un clone di limone che ha garantito la sopravvivenza della limonicoltura nelle aree severamente afflitte dalla malattia ma che non ha assicurato, per le sue mediocri caratteristiche qualitative, competitività alla limonicoltura italiana. Il principale obiettivo dell'indagine fenotipica è stato quello di identificare sorgenti di tolleranza e resistenza alla malattia in germoplasma di agrumi. L'indagine è stata effettuata nel campo di germoplasma del CREA di Acireale (CT), in un'area con un'alta pressione del patogeno. Il campo è stato impiantato nel 2002, e nell'indagine fenotipica sono stati considerati 22 cloni di limone, 5 limoni autotetraploidi, diversi ibridi di limone e di cedro e altre specie di agrumi, per un totale di 50 genotipi. Dopo qualche anno dall'impianto alcuni genotipi sono morti a causa della malattia. Quindi sui genotipi restanti in collezione è stata effettuata un'analisi di fenotipizzazione dei sintomi della malattia utilizzando una scala fenotipica, e una diagnosi molecolare, tramite Real-time PCR, per l'identificazione molecolare del patogeno. Oltre alla fenotipizzazione dei sintomi, per ogni genotipo è stata misurata la dimensione della chioma. L'analisi molecolare ha permesso di diagnosticare il patogeno in tutti i cloni di limone, anche in quei cloni senza chiari sintomi, indicando la loro attitudine a tollerare la malattia. Inoltre, combinando le due tecniche analitiche, fenotipizzazione e diagnosi molecolare, questo lavoro fornisce un valido metodo per la valutazione della presenza della malattia, infatti la correlazione calcolata tra le due variabili ottenute è risultata significativa. Il volume della chioma ha permesso di identificare quei genotipi più sensibili alla malattia, perché le potature effettuate per eliminare i rami infetti, ne hanno influenzato lo sviluppo. Infine, diversi genotipi hanno mostrato resistenza alla malattia ed alcuni di questi sono stati selezionati come parentali, in grado di generare popolazioni segreganti, con la possibilità di indentificare dei QTLs (Quantitative Trait Locus) relativi alla resistenza al patogeno.

Parole chiave: limone, fenotipizzazione, *Plenodomus tracheiphilus*, poliploidi, real-time PCR.

Overcome dioecism in tetraploid kiwifruit: a CRISPR/CAS9 editing approach

De Mori G.¹, Zaina G.¹, De Paoli E.¹, Testolin R.¹, Montefiori M.², Cipriani G.¹

gloria.demori@uniud.it

¹Department of Agricultural, Food, Environmental and Animal Sciences, University of Udine, Via delle Scienze 206, 33100 Udine (Italy)

²New Plant, Via Malpighi 5, 47122 Forlì (FC)

Kiwifruit belongs to the genus *Actinidia* with 54 species apparently all functionally dioecious. The sex-determinants of the type XX/XY with male heterogametic, operate in all taxa and independently on the ploidy level. Dioecism is not absolute, and male vines bearing small fruit have been described. However, breeding cannot be based on such genotypes being such incipient hermaphroditism erratic. The possibility to develop stable hermaphrodite cultivars would offer great advantages, whilst overcoming the inevitable problems that dioecism brings. Recently, the SyGI protein has been described as a Y-encoded cytokinin response regulator that acts as one of the two putative sex determinants, being the suppressor of female development. In the present study, we exploited a CRISPR/Cas9 multiplexing vector, and paired-guide RNAs (gRNA1 and gRNA2) targeting two different site of SyGI gene in order to induce a stable gene knock – out in two tetraploid male accessions of *Actinidia chinensis* var. *chinensis* (A0134.41 and Ac174.46). The two genotypes showed a regenerative efficiency of 58% and 73% respectively. Despite not yet being able to verify the phenotypic effects on the flower structure, due to the long time required by tissue-cultured kiwifruit plants to flower, the evaluation of editing mutations highlights two regenerated lines (A0134.41_L3 and Ac174.46_L1) showing near fixation of a unique modification in their genomes, resulting in both cases in the onset of a premature stop codon which induces the putative gene knock out. Editing evaluation of gRNA1 locus for both regenerated lines resulted in co-amplification of a minor nucleotide variant differing from the target region for a single nucleotide. A genomic duplication of the region in proximity of the Y genomic region could be postulated.

Keywords: *Actinidia* spp., plant transformation, sex-determinant, new breeding technologies (NBTs).

Strategie di breeding del CREA-Viticultura e Enologia per aumentare la resilienza alle malattie fungine

Marsico A.D., Forleo L.R., D'Amico M., Cardone M.F., Velasco R., Perniola R., Bergamini C.

carlo.bergamini@crea.gov.it

CREA Viticultura ed Enologia, Via Casamassima, 148 Turi

Il Programma di miglioramento genetico delle uve da tavola presso il CREA-Viticultura e Enologia, sede di Turi, attraverso tecniche tradizionali di incrocio, ha come obiettivo principale quello di ottenere nuove varietà di uve da tavola apirene, dotate di migliorate caratteristiche organolettiche e fonti di resistenza/tolleranza alle principali avversità fungine sia sulla pianta che in post-raccolta. Riguardo quest'ultimo punto, l'attività di ricerca si è mossa in due direzioni: 1) ritrovamento di nuove fonti di tolleranza nell'ambito di popolazioni segreganti, derivanti da incrocio tra cultivar di *Vitis vinifera*; 2) ottenimento di ibridi interspecifici, tra cultivar di *V. vinifera* e specie di *Vitis* originarie del Nord America e dell'Asia, dotate di fonti di resistenza genica ai principali patogeni fungini, quali *Plasmopara viticola* ed *Erisiphae necator*. Con riferimento al primo punto, si è proceduto ad una prima valutazione del grado di tolleranza/suscettibilità a *P. viticola* valutando il grado d'infezione sui grappoli di diversi genotipi, appartenenti alle seguenti popolazioni segreganti: Red globe x Regal seedless, Ceresa x Carati e Almeria x Supernova. Tali valutazioni, condotte durante annate in cui si sono verificate le condizioni ambientali ottimali per lo sviluppo del patogeno, hanno permesso di effettuare una prima selezione di genotipi, caratterizzati da comportamento differenziale riguardo la risposta alle infezioni fungine. Successivamente, mediante test di inoculazione artificiale *in vitro*, eseguiti su dischi fogliari, è stato possibile confermare per alcuni individui l'elevato grado di tolleranza a *P. viticola*. Con riferimento invece alla seconda tipologia di intervento, grazie alle collaborazioni stabilite con la Fondazione Edmund Mach, con il Julius Kühn-Institut (Germania), con UC Davis (California) sono stati raccolti pollini con 12 differenti fonti di resistenza. Contro *P. viticola* RPV1, RPV3-1, RPV3-2, RPV3-3, RPV10 e RPV12, mentre contro *E. necator* RUN1, REN1, REN2, REN3, REN4, REN9. Sono stati ottenuti nelle ultime tre annate oltre 4000 semi, con percentuali di germinazione che, a seconda dell'incrocio, variano da 0% fino a oltre il 90%. Alle progenie ottenute che si dimostrano resistenti per semplice valutazione in assenza di trattamenti allo stadio di plantule, viene applicata la selezione assistita da marcatori molecolari, necessaria per poter identificare i genotipi aventi più loci di resistenza, caratteristica fondamentale per considerare duratura la resistenza ottenuta e non facilmente superabile dall'evoluzione dei patogeni. Alcune combinazioni d'incrocio nel breeding del CREA di Turi hanno già contemporaneamente fino a sei loci indipendenti. Sono in corso le valutazioni agronomiche delle progenie ottenute.

Parole chiave: *Vitis vinifera*, *Plasmopara viticola*, *Erisiphae necator*, breeding per resistenze, uva da tavola.

Piante ornamentali, paesaggi e multifunzionalità

Effetti dell'emergenza COVID-19 sul florovivaismo

Bulgari R.¹, Ertani A.¹, Ferrante A.², Cocetta G.², Petrini A.², Nicoletto C.³, Sambo P.³, Nicola S.¹

roberta.bulgari@unito.it

¹*Department of Agricultural, Forest, and Food Sciences, DISAFA, Vegetable Crops and Medicinal and Aromatic Plants, VEGMAP, Università degli Studi di Torino, Largo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Italy*

²*Department of Agricultural and Environmental Sciences, DiSAA, Università Degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133 Milano, Italy*

³*Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment, DAFNAE, Università degli Studi di Padova, Agripolis - Viale dell'università, 16 - Legnaro (Padova), Italy*

La crisi generata dal COVID-19 ha colpito duramente molti settori produttivi. Nel settore florovivaistico, in particolare, si è verificata una forte riduzione della domanda di prodotti come fiori recisi, piante ornamentali, alberi e bulbi. Soprattutto nella fase iniziale della pandemia, le restrizioni sui voli e sui trasporti internazionali hanno fortemente influenzato l'intera catena logistica. In tutto il mondo, eventi come matrimoni, funerali e altre manifestazioni pubbliche e sociali si sono interrotte o fortemente ridotte, causando una decisiva contrazione della domanda di tali prodotti. I floricoltori olandesi hanno distrutto circa 400.000.000 di fiori rimasti invenduti a causa della pandemia. Le vendite della cooperativa Royal FloraHolland sono diminuite in media del 50% ogni settimana rispetto all'anno precedente. In Italia, dati ISTAT riportano che, a seguito di una crescita registrata nel 2019 nella produzione di fiori e piante in vaso e nell'export di tali categorie di prodotto, la pandemia ha causato la distruzione del 60% dei fiori recisi per mancanza di mercato, ed è stata stimata una perdita di circa 1,7 miliardi di euro per le aziende connesse al settore ornamentale. Va considerato che la pandemia in Italia è iniziata intorno a marzo 2020, all'inizio della stagione primaverile, periodo dell'anno in cui si realizza la maggior parte del fatturato all'interno del settore. Le restrizioni messe in atto, tuttavia, avendo costretto i cittadini in casa, hanno favorito col passare del tempo attività come l'home gardening. Le persone hanno riscoperto il piacere di dedicarsi ad attività all'aria aperta e connesse con la natura, attività che influenzano positivamente la qualità della vita, con notevoli benefici sulla salute mentale, soprattutto in termini di riduzione dei sintomi legati a stress e depressione. In Germania, nei primi 9 mesi del 2020, il volume del mercato dei fiori e delle piante ornamentali, in particolare d'appartamento, è cresciuto del 5,2%, proprio in conseguenza ai periodi di lockdown. In Italia, il settore florovivaistico sta mostrando un parziale recupero; per esempio, nel periodo natalizio, il maggior tempo passato in casa ha incrementato la richiesta di poinsettie, alberi di Natale e ciclamini del 15%. Questo parziale recupero mostra una capacità di reazione del florovivaismo alla complessa situazione pandemica in atto. Inoltre, la riscoperta di attività connesse al verde e all'home gardening potrebbe offrire un rinnovato slancio al settore. Anche le soluzioni di consegna a domicilio e acquisto via web adottate da molte aziende potrebbero rivelarsi utili per superare altre eventuali chiusure forzate e per favorire il contatto diretto tra il coltivatore e il cliente finale.

Parole chiave: fiori recisi, piante ornamentali, coronavirus, home gardening, verde terapeutico.

Effetti di un nuovo materiale di packaging sulla shelf-life di steli recisi di rosa: risultati preliminari

Peruzzo D.¹, Peressotti A.¹, Nicoletto C.², Zanin G.², L. Dalla Costa¹

luisa.dallacosta@uniud.it

¹Università di Udine, Dipart. Scienze Agroalimentari, Ambientali, e Animali (Di4A), via delle Scienze 206, 33100 Udine

²Università of Padova Dipart. di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali Ambiente (DAFNAE), Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

Il mercato della rosa recisa commercializza steli di provenienza estera, con trasporto a lunga distanza, mantenuti a basse temperature e avvolti in imballaggi adatti a prolungarne la durata post-raccolta. Tra i nuovi prodotti utilizzabili per il packaging c'è Ovtene (Ov), materiale contenente polietilene coestruso con carbonato di calcio (derivato dal guscio d'uovo, da cui il nome), utilizzato con successo nell'industria alimentare. Gli esperimenti hanno paragonato Ov a PoliPropilene (PP), prodotto largamente utilizzato. Nell'esperimento 1 rose della cv. Juliet, provenienti dal Kenya, sono state conservate in frigo (4,5 °C) e sottoposte a 8 diversi trattamenti derivanti dalla combinazione fattoriale di due materiali (PP e Ov), due modalità di confezionamento (aperta e chiusa) e due tipi di conservazione (asciutto o in acqua + stabilizzante per fiori recisi [Chrisal]). Nei 18 gg successivi all'arrivo, a 3-4 giorni di intervallo, sono stati condotti rilievi biometrici su potenziale idrico (ψ), peso fresco e secco (PF e PS) e diametro del bocciolo; le rose sono state anche valutate da un panel di 5 fioristi professionali per stabilirne la commerciabilità. L'Anova ha evidenziato differenze significative a favore delle rose conservate in acqua per tutti i parametri rilevati; la confezione chiusa ha influito positivamente solo su diametro del bocciolo e ψ e solo nei due ultimi rilievi. Relativamente al film, il diametro del bocciolo è stato maggiore con Ov ai rilievi 1, 4 e 5: Ov ha mantenuto un diametro più elevato sia in condizioni di asciutta che idratate. Risultati meno chiari si sono ottenuti per il PF del bocciolo. La valutazione dei fioristi ha indicato come preferibili le rose confezionate in PP nell'intero esperimento 1. Il secondo studio, condotto su rose 'Dallas' di provenienza locale, ha invece valutato le prestazioni dei due materiali simulando condizioni di trasporto ad intensità di stress termico crescente. Nel dettaglio: trasporto 1) perfetto: sempre a 4.5 °C; 2) imperfetto: 28 h a 24 °C e 140 h a 4,5 °C; 3) difficile: 52 h a 24 °C e 116 h a 4.5 °C; 4) terribile: 168 h a 24 °C. Dopo, le rose sono state mantenute a 4,5 °C e i medesimi rilievi del primo esperimento sono stati condotti per i 10 gg successivi. La crescente intensità di stress ha penalizzato la conservabilità degli steli e i parametri biometrici rilevati con indicazioni numeriche contrastanti. La valutazione qualitativa dei fioristi ha privilegiato le rose avvolte in Ov, offrendo buoni risultati nel caso di trasporto in condizioni di temperature sub-ottimali incisive. Studi ulteriori saranno necessari per confermare questi risultati.

Parole chiave: Polipropilene, Ovtene, conservazione.

Evaluating the drought tolerance of *Quercus ilex* L. through its physiological and biochemical responses to severe water stress and rewatering: is this species suitable for our future cities?

Alderotti F.¹, Brunetti C.^{1,2}, Pasquini D.¹, Ferrini F.^{1,2,3}, Gori A.¹

francesca.alderotti@unifi.it

¹Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry, Section Woody Plants - University of Florence, Florence, Italy

²Institute for Sustainable Plant Protection, National Research Council of Italy, Sesto Fiorentino, Italy

³Laboratorio Value SOI-UNIFI

Climate change is expected to cause more intense drought spells in the coming decades especially in the Mediterranean Basin. As for the urban environment, where live the 54% of the World population, it has been observed that increased water scarcity has resulted in high mortality rates of trees and has triggered the loss of many benefits linked to urban greening. In this context, it is uncertain how the trees will cope with the predicted increasingly extreme climate conditions in urban context. Understanding the physiological and biochemical responses to drought and recovery is a key factor for the sustainable planning of trees in cities and their future management.

The aim of this study was to estimate the drought tolerance of *Quercus ilex* L. (holm oak), one of the most common tree species in our urban environment. To this end, a pot experiment was carried out on three-years old seedlings *Q. ilex* plants subjected to progressive water stress followed by rewatering, while control plants were maintained in well-watered conditions. Ecophysiological (water relations, gas exchanges and chlorophyll fluorescence) and biochemical (flavonols' and chlorophylls' epidermal content and biogenic volatile organic compounds, BVOCs) measurements were performed.

Gas exchanges and water relations significantly differed between water stressed and control plants both under drought and after rewatering. Chlorophyll fluorescence parameters were reduced in stressed plants compared to controls and did not fully recover after rewatering, highlighting that treated plants were chronically photo-inhibited. Qualitative and quantitative changes in BVOCs emission were also detected. Water stress significantly reduced BVOCs emissions and changed their blend. As previously reported in plants facing with heat stress, the emission of high molecular weight monoterpenes was greater in water stresses plants compared to controls. In conclusion, despite holm oak is considered a species well adapted to water scarcity, raising in frequency and intensity of drought events expected in the future could compromise its survival and vitality in our cities. Moreover, considering that *Q. ilex* is a no-storing and high-monoterpenes emitter, variations the production of BVOCs due to abiotic stresses may have important implications for urban air quality.

Keywords: urban greening, *Quercus ilex*, drought, recovery, monoterpenes.

Gli alberi monumentali di Villa Fidelia: valutazione visiva di alcuni esemplari

Micheli M.¹, Brilli M.¹, Proietti C.²

maurizio.micheli@unipg.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX giugno 74, 06121 - Perugia

²Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia, via G. Duranti 93, 06125 - Perugia

La definizione di albero monumentale è regolamentata dalla Legge 10/2013 (*Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani*), che all'art. 7 comprende in questa categoria gli alberi isolati o in gruppi aventi carattere di eccezionalità definita da maestosità o rarità botanica, o che costituiscano un preciso riferimento ad eventi o memorie rilevanti dal punto di vista storico, culturale o religioso. Possono essere considerati monumentali anche esemplari di pregio paesaggistico o presenti all'interno di complessi architettonici di importanza storica e/o culturale. Tale norma, inoltre, demanda al Decreto Attuativo 23 Ottobre 2014 (*Istituzione dell'elenco degli alberi monumentali d'Italia e principi e criteri direttivi per il loro censimento*) la definizione dei criteri per l'attribuzione del carattere di monumentalità e le disposizioni sulla salvaguardia di tali esemplari. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di individuare la presenza di esemplari appartenenti a tale categoria in alcuni settori del parco di Villa Fidelia, una delle più importanti della Regione Umbria per la qualità degli edifici e delle numerose aree verdi, e situata in prossimità del borgo di Spello (PG). Inizialmente si è proceduto con una osservazione degli esemplari, rilevando i caratteri di rispondenza ai canoni specifici e ai criteri di monumentalità. Di seguito è stata eseguita la valutazione visiva della stabilità sugli esemplari che rientravano nella suddetta categoria per capire quale fosse lo stato fitosanitario e l'eventuale rischio per la collettività nella fruizione di questo parco. Inoltre, è stata condotta un'analisi fitosociologica in alcuni settori del parco, allo scopo di valutare il livello di biodiversità e di antropizzazione dell'ambiente. Questa ultima analisi è stata effettuata per avere un quadro d'insieme del parco e per individuare una strategia per valorizzare questo agroecosistema nel suo complesso.

Parole chiave: verde storico, fitostabilità, censimento, gestione del verde, biodiversità.

Il progetto MONVER per la formazione transfrontaliera coordinata nelle filiere del verde

Copetta A.¹, Ruffoni B.¹, Mariotti M.²

barbara.ruffoni@crea.gov.it

¹*CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo – Sede di Sanremo – Corso Inglesi 508 – 18038 Sanremo*

²*Università di Genova – DISTAV – Corso Europa 26 – Genova*

Il tessuto socio-economico transfrontaliero (Francia- Italia) è contraddistinto da una produzione florovivaistica e una rete comune di giardini storici e spazi verdi che ne identificano paesaggio, storia, scambi di merci e lavoratori tra i due paesi. Si lamenta però un gap formativo degli operatori specializzati che devono combinare conoscenze di gestione del verde con le peculiarità del contesto storico dei giardini e con le linee attuali di proposta agli utenti del “verde” pubblico con particolare riferimento alla conduzione sostenibile degli spazi verdi.

Una gestione esperta degli ambienti e delle ricchezze vegetali della Riviera Franco Italiana del Ponente Ligure e della Costa Azzurra permette di creare una rete di giardini e parchi da inserire in percorsi turistici rinnovati e qualificati. Alla base delle gestioni culturali di queste zone vi è la produzione di materiale di propagazione e il vivaismo ornamentale che supporta anche la domanda degli utenti privati e che ha anche importanza commerciale.

Nell’ambito della programmazione internazionale Italo/Francese sul programma INTERREG ALCOTRA è stato recentemente approvato un progetto di formazione transfrontaliera nelle filiere del verde con l’obiettivo di conferire, al termine dei corsi formativi, un titolo equipollente a valore legale che permetta di lavorare sia in Francia sia in Italia. Questo anche alla luce della figura di “gestore del verde” di recente definizione nella normativa nazionale.

Il progetto MONVER (MONDO VERDE) comprende partners istituzionali Italiani e Francesi e capitalizza progetti precedenti sui giardini storici e sulle filiere verdi; è rivolto a giovani neo-diplomati e soggetti che desiderano riqualificarsi o reinserirsi nel mondo del lavoro attraverso la filiera dei giardini e del verde, dalla preparazione del materiale di propagazione, alla progettazione, alla gestione e alla promozione turistica.

MONVER prevede quattro corsi pilota: 1) Vivaisti di qualità; 2) Paesaggisti per la progettazione di verde sostenibile e il restauro di giardini storici; 3) Giardinieri e arboricoltori certificati per intervenire nei giardini storici e sul verde monumentale; 4) Guide per la promozione di iniziative culturali e l’accompagnamento dei turisti su itinerari “verdi” con finalità anche educative. Il fine del progetto è quindi quello di predisporre materiali, strumenti e metodi didattici pienamente integrati sotto il profilo transfrontaliero utilizzabili e implementabili nel futuro e applicare metodi innovativi che integrano formazione tradizionale, formazione a distanza e autoformazione guidata.

Parole chiave: florovivaismo, giardini storici, formazione, sostenibilità, internazionalizzazione.

International student challenges for innovative education. results from three years of urban farm

Durante E., D’Ercole R., Carotti L., Pennisi G., Orsini F., Gianquinto G.

emanuele.durante2@unibo.it

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, DISTAL – Department of Agricultural and Food Sciences, Bologna, Italy

Student challenges are becoming a paramount testing ground for the application of a number of innovative educational methodologies. Design thinking/case study, inquiry-based learning, project-based learning, gamification and distance learning are catching on in education systems around the world, enhancing students’ ability to retain information and acquire new skills. The International Student Challenge “UrbanFarm”, organized by the University of Bologna, has been an important opportunity to put these methodologies in place and observe and study their effects on students’ learning process. Multidisciplinary student teams, with members from different Universities from all around the world, were asked to deliver innovative urban agricultural project proposals for the recovery of abandoned/vacant urban sites, by integrating architectural and technological innovations while pursuing social, environmental, and economic sustainability. At present, while there are several international student challenges fostering student growth worldwide, and some follow-up surveys to assess their effect on participants were designed, disseminated and eventually analyzed, there is a lack of scientific work addressing the real outcomes of such challenges. The hereby study aims to quantitatively assess how participation in UrbanFarm Challenge has affected students’ acquisition of new information, their ability to work within a multidisciplinary and international team, along with their future job perspectives. Furthermore, the study also assesses how the student’s experience in the Challenge was affected by the ongoing pandemics. Data are collected through an online survey circulated both to students from Universities worldwide, including both UrbanFarm participants of all three editions (2019, 2020 and 2021) and other students that did not participate in UrbanFarm.

Keywords: urban farming, student challenge, innovative education methodologies, survey analysis.

Paesaggi urbani commestibili come strategia di recupero di siti industriali dismessi

Cirillo C., Modarelli G.C., Roupael Y., De Pascale S.

chiara.cirillo@unina.it

Dipartimento di Agraria – Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055. Portici (NA)

I paesaggi urbani “commestibili” come strumento di riqualificazione delle periferie, contribuiscono al miglioramento della qualità paesaggistica e della vita sociale nella città. L’affermazione di nuovi paesaggi commestibili è una realtà in crescita a livello internazionale e si sviluppa a scale diverse, come interessante percorso di rigenerazione urbana e paesaggistica, con molteplici esempi: orti urbani, orti didattici, *community gardens*, *urban farm*, tetti verdi e frutteti urbani, variamente integrati tra loro, nel tessuto urbano e periurbano. L’area orientale di Napoli a lungo mera riserva di spazio industriale per la città, avulsa dai fenomeni di sviluppo dell’area metropolitana è oggetto di una rigenerazione urbana che interessa l’area degli ex Magazzini Ferroviari di Napoli, sito di manutenzione dei treni di Ferrovie dello Stato, da anni in abbandono. La sua centralità, la contiguità con i grandi quartieri residenziali, la ricchezza in risorse ecologiche, richiedono un complessivo ripensamento di Napoli est come nuova città potenziale, dove sia possibile recuperare una qualità dell’abitare. Nell’ambito delle attività del Progetto H2020 FoodE ‘Food systems in European Cities’ l’obiettivo della proposta è valorizzare risorse strategiche locali per rafforzare l’identità dei luoghi: un patrimonio costituito da residui di uno paesaggio geomorfologico e arboreo peculiare che, con la rete di spazi agricoli circostanti e con il sistema idrografico del bacino del Sebeto, costituiscono le fondamenta su cui stabilire relazioni tra sito e intero quartiere. Il progetto mira a garantire un recupero dell’area ben oltre il limite dei suoi confini, riconnettendola con le parti di città adiacenti benché storicamente separate. Ambendo ad una rigenerazione non solo fisica, esso intende proporre una ricucitura tra urbanizzato e natura, che restituisca abitabilità a territori marginali e assuma una forte valenza sociale. A tale scopo nell’ambito della progettazione dell’intera area con funzioni residenziali è stata proposta una contemporanea trasformazione delle aree verdi di pertinenza, secondo il modello della *Food forest*, come giardino produttivo, luogo di conoscenza e sperimentazione, ma soprattutto di aggregazione sociale. Il progetto, si articola secondo tre principali linee: i) è un modello di *urban greening* orientato a promuovere stili di vita sostenibili e a creare nuove prospettive in tema di alimentazione corretta e sicurezza alimentare; ii) è un esperimento sociale che promuove l’impegno della collettività nella conoscenza e nella condivisione dello spazio pubblico; iii) è una ricchezza ambientale per la tutela della biodiversità urbana e la sperimentazione di nuovi modi di progettare e pensare a nuove funzioni dello spazio pubblico.

Parole chiave: *Food forest*, agricoltura urbana, *urban greening*, biodiversità.

Valorizzazione delle fronde recise per il mercato floricolo internazionale: primi risultati del progetto LECOSFLO

Mensuali A.¹, Trivellini A.¹, Castellani M.², Ferrante A.³

anna.mensuali@santannapisa.it

¹Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italia

²Flora Toscana Sco. Agr. Coop., Via Caravaggio, 21 Pescia (PT), Italia

³Università di Milano, DiSAA, Via Celoria 2, 1-20133, Milano, Italia

L'obiettivo del progetto LECOSFLO finanziato dalla Regione Toscana è quello di innovare la filiera florovivaistica regionale attraverso il trasferimento tecnologico legato alla conservazione e al confezionamento di fiori e fronde recise. In particolare, si stanno studiando trattamenti post-raccolta e sistemi di confezionamento, anche a bassa pressione, in grado di preservare la qualità attraverso il trasporto via nave, a basso impatto ambientale rispetto a quello tradizionale via aereo, per la commercializzazione nei mercati più remunerativi di Stati Uniti e Australia. Questo processo permette ai produttori agricoli di essere più competitivi e raggiungere mercati più remunerativi, rafforzando l'economia locale. La possibilità di utilizzare il trasporto marittimo permetterà di abbassare i costi e ridurre le emissioni rendendo la logistica più sostenibile. Il trasporto via nave è noto per essere più lento pertanto bisogna abbinare a tale trasporto trattamenti postraccolta e sistemi di confezionamento adeguati.

Per realizzare questi obiettivi sono già state condotte nel primo anno delle attività di sperimentazione focalizzate sulla specie da fronda recisa *Ruscus aculeatus* che riveste il maggior interesse per la commercializzazione oltre oceano. In particolare sono state eseguite dall'Università di Milano delle indagini preliminari sulla possibilità di confezionare sotto vuoto gli steli e dalla Scuola Superiore Sant'Anna delle prove di conservazione delle fronde per verificare le performance postraccolta di queste fronde utilizzando trattamenti esogeni con composti naturali ad azione antiossidante (melatonina) o inibitori dell'azione dell'etilene a basso impatto ambientale (1-MCP) per rallentare i processi di senescenza, monitorando gli effetti della conservazione a freddo e le successive performances degli steli a temperatura ambiente (22°C).

I benefici del progetto saranno rappresentati dalla riduzione dei costi di trasporto, dall'ampliamento del periodo di commercializzazione e dalla possibilità di raggiungere i mercati più favorevoli. I risultati del progetto "Logistica e conservazione eco-sostenibile per il florovivaismo Toscano – LECOSFLO" permetteranno di aumentare l'esportazione dei prodotti della floricoltura Toscana e nazionale.

Parole chiave: melatonina, 1-MCP, senescenza, postraccolta, conservazione a freddo.

Fisiologia

Caratterizzazione di genotipi autoctoni di pomodoro adattati a regimi di scarsa disponibilità idrica

Gonnella M.¹, D'Imperio M.¹, Renna M.¹, Santamaria P.², Serio F.¹

francesco.serio@ispa.cnr.it

¹Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, via Amendola 122/O, Bari

²Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali, via Amendola 165/A, Bari

La Puglia è una regione particolarmente ricca di biodiversità, con una produzione orticola che rappresenta circa il 23% della superficie nazionale; tuttavia solo il 2% delle varietà iscritte nel registro nazionale deriva da germoplasma autoctono pugliese. La maggior parte delle varietà locali pugliesi sono coltivate da agricoltori che autoproducono il materiale genetico curandone sia la conservazione del germoplasma sia la tradizione culturale. Nel corso di indagini sul territorio finalizzate al recupero di varietà locali sono stati individuati genotipi di pomodoro a bacca piccola, a duplice attitudine, da consumo fresco e/o da trasformato (pomodori da serbo). Cinque varietà locali di *Solanum lycopersicum* L. (Fiaschetto, Pomodoro di Manduria, Regina, Giallo con pizzo e Ponderosa) selezionate nel tempo per l'adattamento al clima caldo-arido e all'irrigazione con acque salmastre, sono state coltivate in pien'aria in condizione di basso input di fertilizzanti e ricorrendo alle sole irrigazioni di soccorso (al trapianto e in fase di fioritura ed allegagione delle prime infiorescenze), utilizzando acqua di falda con CE media di 4 dS/m. Sui cinque genotipi, espressione dell'agrobiodiversità pugliese, è stata effettuata la caratterizzazione morfologica utilizzando i descrittori GIBA (Gruppo di lavoro nazionale sulla Biodiversità Agraria). Pomodoro di Manduria, Giallo con pizzo e Regina hanno presentato un pericarpo spesso e gli ultimi due anche una elevata compattezza della polpa, rivelando con questi caratteri un notevole adattamento alle condizioni di scarsa disponibilità idrica. Questo aspetto si riflette in una migliore *shelf-life* e una ridotta quantità di frutti di scarto per pianta. Fiaschetto ha prodotto di più (2,8 kg/pianta), per abbondanza di numero di frutti, mentre Giallo con pizzo ha prodotto meno (1,1 kg/pianta) delle altre popolazioni. Il contenuto di sostanza secca è variato tra 7,0 e 8,4 g/100 g di prodotto fresco (i valori più alti per Giallo con pizzo e Ponderosa), l'acidità titolabile si è attestata intorno a 0,48 g/100 mL di succo, il contenuto di solidi solubili totali non è risultato particolarmente elevato, nonostante le condizioni di stress idrico-salino cui sono state sottoposte le piante (in media 5,9 °Brix, con i valori più elevati in Ponderosa e Regina). L'insieme di questi caratteri definisce la specificità dei genotipi per sapidità e aroma, e soprattutto la peculiare serbevolezza, a conferma dell'impiego come pomodoro da serbo (soprattutto Regina e Giallo con pizzo) per buona parte della stagione invernale, ancora attuale nonostante la presenza di pomodoro fresco in tutto l'arco dell'anno.

Ricerca svolta nell'ambito dei progetti: "Cambiamenti Climatici" del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Fondo ordinario per gli enti le istituzioni di ricerca FOE-2019, DTA.AD003.474) e "Biodiversità delle specie orticole della Puglia", (BiodiverSO)" - intervento finanziato dall'Unione Europea ai sensi della Misura 10.2.1 PSR Puglia 2014-2020, "Progetti per la conservazione e valorizzazione delle risorse genetiche in agricoltura".

Parole chiave: biodiversità, varietà locali, basso input, caratterizzazione morfologica.

Chilling and heat requirements of apricot cultivars for blooming in an apricot collection

Baccichet I., Chiozzotto R., Bassi D., Cirilli M.

marco.cirilli@unimi.it

Università degli Studi di Milano – DiSAA, Milano, Italy

Dormancy is a developmental process that involves a suspension of temporary growth of any plant structure containing a meristem. In fruit trees of temperate regions, endo-dormancy of flower buds is a key process to prevent frost damage and ensure reproductive success. After the exposure to a certain period of low temperatures, buds overcome endo-dormancy and re-acquire the competency to respond to external stimuli, passing to an eco-dormant state, until suitable conditions allow growth resumption and budburst. Several temperature-based models have been developed for monitoring dormancy-associated events, such as chilling and heat requirements for flowering. Although their accuracy is affected by genotype, environment and (probably) their interactions, these models are still widely used to classify the cultivars behavior. In this work, phenotypic variation for chilling and heat requirements was investigated over two growing seasons and using different models (Chilling Hours, Chilling Unit, Dynamic model, Growing Degree Hours, ASYMCUR) in an apricot collection of more than 100 accessions. Results indicate similar performances among the tested models and a high variability among accessions for both chilling and heat requirements, ranging from 600 to 1100 Chilling Hours and 2000 to 7000 Growing Degree Hours, respectively. However, flowering covered a period of only 2 weeks. Blooming date appeared more correlated with heat rather than chilling requirements, independently to the model used for estimation. Therefore, at least in a Northern Italy environment, the blooming period seems more influenced by temperature conditions promoting the overcome of eco-dormancy rather than chilling requirements satisfaction.

Keywords: *Prunus armeniaca*, flowering, dormancy, chilling.

Dinamiche di accumulo dell'amido nelle foglie e nei rametti di piante di Olivo adulte, durante il ciclo di carica e scarica produttiva

Cauli E.¹, Campus M.¹, Piras F.¹, Pili G.¹, Sedda P.¹, Muntoni M.¹, Mulas M.²

ecaulli@agrisricerca.it

¹*Servizio Ricerca nelle filiere olivicolo-olearia e viti-enologica, AGRIS Sardegna - Agenzia per la ricerca in agricoltura, S.S. 196 Villasor-Villacidro, Km. 14,600, 09034 Villasor, Italy.*

²*Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Agraria, Sassari (SS), Italy.*

Il presente studio vuole fornire un contributo sulle conoscenze delle dinamiche di accumulo delle sostanze di riserva nelle piante adulte di *Olea europaea* L., poste in condizioni ordinarie di coltivazione. Seguendo questo obiettivo vengono analizzati gli andamenti degli accumuli dell'amido nelle foglie e nei rametti fruttiferi, la cui sintesi e traslocazione sono intrinsecamente connesse al comportamento produttivo della pianta.

Nel corso di 2 anni sono state osservate, in contemporanea, piante di 18 anni della varietà "Tonda di Cagliari" che si trovavano, nello stesso oliveto, a distanza di pochi metri, in condizioni produttive completamente opposte: 6 piante in forte carica produttiva ("on") e 6 piante in forte scarica produttiva ("off").

Durante tutto il ciclo vegeto-produttivo sono stati prelevati campioni di tessuto da foglie e rami vegetativi.

I dati ottenuti evidenziano che, alla fine del riposo invernale (febbraio), le "foglie vecchie" (formatesi durante la primavera precedente) nei cosiddetti rametti dell'anno, mostravano un contenuto di amido più elevato negli alberi "on" (quelli cioè che si accingevano ad andare in fioritura e produrre frutti) rispetto a quelli "off" (alberi che si accingevano a produrre prevalentemente nuova vegetazione).

Questa differenza era dovuta alla migliore possibilità di accumulare amido nelle foglie della stagione precedente, a causa dell'assenza di carico fruttifero.

L'evoluzione dell'accumulo di amido osservato nelle foglie giovani formatesi nella primavera e raccolte a luglio ha confermato questa dinamica, mostrando un più alto livello di accumulo di amido nelle foglie degli alberi che in quel momento si trovavano in fase "off" (senza frutti pendenti).

Sia nelle piante in fase "on", che in quelle in fase "off" le foglie vecchie vanno via via perdendo il contenuto in amido posseduto nel mese di febbraio. I contenuti di amido di queste foglie diminuiscono man mano che i frutti e/o i nuovi rametti si sviluppano. Il picco minimo di concentrazione è stato registrato nel mese di luglio agosto, in corrispondenza della fase fenologica conosciuta come indurimento del nocciolo.

Anche i rami di un anno, potenzialmente fruttiferi, sembrano avere un importante ruolo come deposito di stoccaggio delle riserve.

Il presente studio dimostra che anche nella specie *Olea europaea* L. al pari di ciò che avviene nelle specie maggiormente studiate sotto l'aspetto delle dinamiche di accumulo degli zuccheri, la sintesi, la traslocazione e la competizione per la ripartizione dell'amido durante il ciclo vegeto produttivo biennale della pianta, rivestono grande importanza come fattori di regolazione dell'intensità e della costanza di produzione.

Parole chiave: olivo, *Olea europaea* L., alternanza di produzione, amido, sostanze di riserva.

Effects of canopy covering on yield and quality of 'Nero d'Avola' (*Vitis vinifera* L.) grown in hot-arid climate condition

Miccichè D., Ferro M., Puccio S., Di Lorenzo R., Pisciotta A.

miccichedaniele27@gmail.com

University of Palermo, Department of Agricultural, Food and Forest Sciences, Viale delle Scienze, Ed 4, 90128 Palermo, Italy

The impact of climate change on grapevine ecophysiology and vineyard management is predicted to be a serious problem in the next years. In fact, it has an influence on the fruit-set, yield, and in modulating decoupling between technological and phenolic ripening. Thus, it is essential to identify cost-effective and easy-to-implement solutions to deal with the issue. For this purpose, the present study aims to test different shade treatments (ST) applied directly to the canopy of 'Nero d'Avola' cultivar (*Vitis vinifera* L.), trying to limit the excess of light and heat that, usually occur in hot-arid climate areas as in Sicily. Two ST were imposed during the 2020 vegetative season from fruit set (BBCH-71) to harvest (BBCH-89). Both ST, a green net (V) (27% shade) and a white net (B) (32% shade) resulted effective in mitigating stress from excess solar radiation compared to control (T) (no shading). V and B showed also higher leaf chlorophyll concentration and Nitrogen Balance Index (NBI). ST affected negatively the vegetative parameters inducing a lower shoot length, and consequently lower leaf area and pruning wood than T. Moreover, also berry weight and yield were reduced. However, ST involved limited changes in canopy temperature and microclimate. Significant results were also found in mitigating bunch temperature. V showed a delay in ripening in terms of Total Soluble Solids (TSS) and Titratable Acidity (TA). Therefore, V and B showed higher anthocyanin content at full ripening (BBCH-89). The obtained results highlight some positive effects that ST can have on the canopy microclimate conditions, on the vegetative and productive parameters, and on grape quality. From this point of view, the technique of covering with nets can be a tool to control the ripening processes in the context of climate change. However, the reduction of vine vigor, yield, and the low effect on canopy temperature require further investigation.

Keywords: level of shade, high temperatures, light interception, shoot growth, berry ripening.

Effects of selected biostimulants on yield and quality of strawberry plants growing under water limitation

Giovanelli F.¹, Soppelsa S.², Andreotti C.¹

carlo.andreotti@unibz.it

¹Free University of Bozen-Bolzano, Faculty of Science and Technology, P.zza Università 5, 39100 Bozen-Bolzano, Italia

²Laimburg Research Centre, Laimburg 6, I-39051 Pfatten (BZ), Italia

Biostimulants are a new class of products recently introduced on the market for their capacity to help crops to overcome stressful conditions and to enhance plant productivity and quality of the harvested products. Their use has been constantly increasing during the last years, even though scientific evidences about their efficacy are still scarce and sometimes contrasting. We therefore investigated the effects of repeated biostimulant applications on yield and quality of strawberry plants exposed to increasing levels of water stress under greenhouse conditions. Ninety cold stored strawberry plants (cv. Elsanta) were transplanted in 2 L pots filled with coconut fiber as substrate. Foliar applications of seaweed extracts, silicon and protein hydrolysates started 9 days after transplant and were repeated at weekly interval for 5 times. A product containing arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) was also applied by drenching at transplantation and 24 days after. Drought stress was imposed by providing plants with a volume of water corresponding to the 100, 50 and 25% of the daily weight loss due to evapotranspiration (ET). Plants were exposed to 2 cycles of water stress starting 4 and 5 weeks after transplantation and lasting 5 days each. Before and during water stress cycles, plant water status was monitored by measuring stem water potential (Ψ_{stem}), leaf gas exchanges, chlorophyll fluorescence and chlorophyll concentration. Strawberry fruits were harvested 4 times at full maturation stage and primary quality parameters were determined. At the end of the trial, biomass of the plant's organs (root, stalk, runner, leaf and petiole) was also determined. Plants subjected to water limitation showed severe symptoms of water stress especially at the end of the 2nd drought cycle when strawberry plants irrigated at 25% of ET reached low values of Ψ_{stem} (-1.6 MPa). Leaf gas exchanges were reduced by approximately 60% when ET-25 and ET-100 plants were compared. None of the tested biostimulants were able to improve plant water status during the drought stress application. Cumulative fruit yield ranged between 85 and 100 g per plant with no significant differences between treatments. Average berry weight was significantly lower (-15%) in ET-25 as compared to ET-100 plants. All the tested biostimulants hastened maturation, with treated fruits collected at the 1st pick showing higher sugar contents and lower pulp firmness than the control ones, independently from the irrigation level. Overall, under the described experimental conditions, biostimulants were ineffective in changing the physiological status imposed by water stress, whereas they were found able to speed up the fruit maturation process. This effect could be considered interesting when an earlier and synchronized fruit ripening could lead to market advantages.

Keywords: drought, seaweeds, silicon, AMF, protein hydrolysates.

Impiego di biostimolanti microbici per aumentare la tolleranza alla salinità di piantine di lattuga da trapianto

Miceli A., Moncada A., Vetrano F.

filippo.vetrano@unipa.it

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università di Palermo, Viale delle Scienze 4, 90128 Palermo

Le specie orticole risultano più sensibili allo stress salino durante le prime fasi di crescita. La disponibilità di acqua salmastra o di scarsa qualità può dunque rappresentare un problema per i vivai che producono piantine da trapianto. I biostimolanti microbici possono promuovere la crescita e il vigore e controbilanciare lo stress salino nelle piante mature. L'obiettivo della ricerca è stato quello di valutare l'applicazione di microrganismi promotori della crescita delle piante per migliorare la tolleranza allo stress salino di piantine di lattuga irrigate con acque a livelli crescenti di salinità (0, 25 e 50 mM NaCl) durante la crescita in vivaio. Due biostimolanti microbici commerciali sono stati applicati al substrato prima della semina: 1) 1,5 g L⁻¹ di TNC Bactorr^{S13} contenente 1,3 x 10⁸ CFU g⁻¹ di *Bacillus* spp.; 2) 0,75 g L⁻¹ di Flortis Micorrize contenente il 30% di *Glomus* spp., 1,24 x 10⁸ CFU g⁻¹ di *Agrobacterium radobacter*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces* spp. e 3 x 10⁵ CFU g⁻¹ di *Thricoderma* spp.. Le piantine di lattuga hanno subito gli effetti negativi della salinità su altezza della pianta, biomassa, rapporto germogli/radici, numero di foglie, area fogliare, contenuto d'acqua relativo e conduttanza stomatica. I biostimolanti microbici hanno stimolato la crescita delle piantine di lattuga non stressate aumentando l'accumulo di biomassa fresca e secca, l'area fogliare ed hanno aumentato la tolleranza alla salinità delle piantine di lattuga. Infatti, anche in condizioni di stress salino elevato (50 mM NaCl nell'acqua di irrigazione) queste presentavano altezza, accumulo di biomassa fresca e secca ed efficienza d'uso dell'acqua analoghi alle piantine non inoculate e non stressate e area fogliare complessiva perfino superiore a queste ultime. L'inoculo del substrato con biostimolanti microbici potrebbe dunque rappresentare un modo sostenibile per migliorare la qualità e consentire l'uso di acque salmastre per la produzione di piantine di lattuga da trapianto.

Keywords: *Lactuca sativa*, Plant growth promoting microorganisms, piantine da trapianto, stress salino.

Influenza del regime irriguo sulla produzione e qualità in *Brassica oleracea* var. *acephala* DC

Di Bella M.C.¹, Treccarichi S.¹, Arena D.¹, Ruffino A.¹, Argento S.², Melilli M.G.², Branca F.¹

maria.dibella@unict.it

¹Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

²Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Bio Economia, Via Paolo Gaifami, 18, 95126 Catania

La famiglia delle Brassicaceae riveste un ruolo di rilievo nel panorama orticolo che caratterizza i Paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo per via dell'enorme diversità espressa da specie spontanee e coltivate. Le piante appartenenti a questa famiglia giocano un ruolo importante in termini economici in quanto sono utilizzate non solo per la produzione di ortaggi, ma anche per la produzione di foraggio e per l'estrazione di oli ad uso sia alimentare che farmaceutico. L'interesse per le colture appartenenti alle Brassicacee è legato alla valenza salutistica, principalmente all'azione di numerosi metaboliti secondari che presentano attività antiossidante e chemio-preventiva nei confronti di diversi tipi di malattie cronico generative. Esse sono ricche di vitamine e composti bioattivi, quali glucosilonati e polifenoli (flavonoidi e antocianine), che esplicano attività antiossidante e antinfiammatoria. Nell'ambito del progetto europeo H2020 BRESOV "*Breeding for Resilient, Efficient and Sustainable Organic Vegetable Production*", è stata esplorata la possibilità di selezionare materiali genetici resistenti allo stress idrico, con rese e caratteristiche salutistiche che permettano la valorizzazione di germoplasma ai fini del miglioramento genetico finalizzato alla coltivazione biologica. In questa nota si riportano i dati relativi alla caratterizzazione bio-agronomica (statura, diametro colletto e fusto, biomassa foglie, fusto e radice) e chimica (polifenoli) di sei accessioni di cavolo da foglia sottoposti a due regimi irrigui differenti (35% e 100% dell'ETc), allevate in serra certificata in biologico durante l'annata agraria 2019. Nella media delle 6 accessioni allo studio, tutte le caratteristiche biometriche e produttive sono risultate influenzate dal regime irriguo, ed in particolare: la statura della pianta è risultata 26,1 pari vs 73,4 cm, il diametro del colletto 18,4 vs 26,4 mm, il diametro del fusto 29,6 vs 35,3 mm, il numero di foglie 22 vs 34, rispettivamente al 35 e 100% dell'ETc, con una produzione di biomassa complessiva di 651 vs 1864 g⁻¹ per pianta. Le piante in condizioni sub-ottimali hanno indirizzato la produzione maggiormente verso l'accrescimento delle radici con un'incidenza media del 9% sulla biomassa complessiva vs il 7% registrato al 100% dell'ETc. Il contenuto in fenoli totali, pari a circa 3.7 mg acido gallico g⁻¹ è risultato influenzato sia dal genotipo che dal regime irriguo. Nella media dei regimi irrigui, le accessioni "BH 50" (banca del germoplasma del Di3A dell'Università di Catania) e "HRIGRU7546" (banca del germoplasma di Warwick-UK) sono risultate le più produttive (1.324 g e 876 g di foglie pianta⁻¹) e le più resistenti allo stress idrico con soddisfacente produzione di parte edule (circa 500 g di foglie pianta⁻¹) e un buon tenore in composti fenolici.

Parole chiave: stress idrico, germoplasma, agricoltura biologica.

Influenza della concentrazione di un fitoregolatore auxinico sulla morfologia radicale di talee in Lantana ed Abelia

Loconsole D., De Lucia B., Cristiano G.

danilo.loconsole@uniba.it

Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali (DISAAT). Università degli Studi di Bari "Aldo Moro". Via Amendola 165/A. 70125 Bari.

I vivaisti impegnati nella produzione di arbusti ornamentali da impiegare nel verde pubblico e privato hanno come obiettivo l'ottenimento di piantine, partendo da talea, con un apparato radicale ben sviluppato. Pertanto migliorare ed ottimizzare il processo di radicazione risulta fondamentale per la qualità del materiale ed il successo del futuro trapianto.

A tale scopo, in due arbusti ornamentali, Lantana ed Abelia, è stata valutata la morfologia delle radici avventizie sviluppatasi nella rizogenesi di talee mediane di fusto in relazione al trattamento con un fitoregolatore auxinico.

Sono state confrontate quattro concentrazioni: 0, 0,5, 1,0, e 2% di IBA (prodotto commerciale Rhizopon) e due accessioni rispettivamente in Lantana ed Abelia. Il taleaggio è avvenuto il 1° ottobre 2020 e i caratteri esaminati sono stati la percentuale di radicazione e la morfologia radicale con l'uso del software WinRHIZO. Il disegno sperimentale è stato a randomizzazione completa.

I risultati hanno evidenziato che le dosi di IBA hanno avuto influenza significativa sulla morfologia radicale. Nella Lantana la dose 2% ha prodotto incrementi nella lunghezza delle radici (+11%), nell'area (+46%), nelle punte (+36%); nelle biforcazioni, invece, la dose 1,5% ha conseguito incrementi del 50% rispetto al testimone non trattato. La CV1 ha mostrato un apparato radicale più esteso della CV2.

In Abelia la dose di IBA 0,5% ha mostrato risultati pari alle dosi più elevate; la CV1 ha presentato un apparato radicale con più performante della CV2.

Parole chiave: vivaismo ornamentale, propagazione vegetativa, auxine, IBA.

L'analisi di immagine a supporto dell'identificazione di processi di maturazione in olivicoltura

Amato D.¹, Nuzzo V.¹, Lacertosa G.², Petrozza A.², Briglia N.¹, Cellini F.², Montanaro G.¹

giuseppe.montanaro@unibas.it

¹Università degli Studi della Basilicata,

²Centro Ricerche Metapontum Agrobios – ALSIA

Il settore dell'olivicoltura è impegnato nel miglioramento della redditività del comparto attraverso l'innovazione dell'intera filiera produttiva (coltivazione e raccolta, trasformazione e commercializzazione). Il miglioramento della qualità dell'olio extravergine di oliva (EVO) assume oggi una crescente importanza per incontrare le aspettative di consumatori sempre più esigenti, pertanto può rappresentare un obiettivo significativo per aumentare quote di mercato.

La qualità dell'EVO è influenzata anche da quella della materia prima oltre che dalle tecnologie di estrazione. Nelle olive in via di maturazione si assiste ad un cambiamento relativamente minimo del contenuto di olio assoluto mentre quello di altri tratti qualitativi come i polifenoli può variare in modo più marcato anche in relazione allo stato idrico della pianta, alla carica, alla varietà, all'andamento termopluviometrico, ecc. L'epoca di raccolta dovrebbe considerare la composizione delle olive ed il loro livello di qualità in modo da favorire un'elevata qualità dell'EVO.

L'indice di Jean è utilizzato per classificare il grado di invaiatura raggiunto dalle olive in una scala di 5-7 livelli e quindi di un empirico livello qualitativo raggiunto. In agricoltura è in aumento l'uso di tecnologie "senza-contatto" fisico ma basate sulle immagini (droni, satelliti) per diagnosticare vari parametri fra cui lo stato idrico, nutrizionale e sanitario. In questo lavoro è stata esaminata la possibilità di usare l'analisi dell'immagine per la stima del contenuto di polifenoli in olive delle varietà Coratina, Frantoio e Leccino. A partire da Agosto e fino alla raccolta, sono stati prelevati campioni di olive ($\times 3$ per varietà) ogni 2 settimane circa, fotografati ed analizzati per la determinazione di massa grassa estraibile (Foss, Olivia) e dei polifenoli totali (espressi in ac. gallico equivalente, GAE) mediante procedura spettrofotometrica standard. Le immagini (Nikon, D3100, 1.6 sec., ISO 1600) sono state analizzate e segmentate nello spazio di colore HSB (Image J) definendo un indice di colore verde.

La massa grassa ha raggiunto valori paragonabili nelle diverse varietà (15-18%) mentre i polifenoli sono stati in media 18 (Leccino), 20 (Frantoio) e 32 mg GAE/g PS (Coratina) dimostrando andamenti diversi fra le cv. Le variazioni di indice di verde ottenute hanno seguito la curva di accumulo dei fenoli e della massa grassa estraibile dimostrandosi uno strumento promettente per il supporto alle decisioni in olivicoltura per il miglioramento della qualità degli EVO.

Lavoro svolto nell'ambito del Prog. Orgoglio Lucano REGIONE BASILICATA - BANDO MISURA 16 / 16.2 CUP C38I19000050006).

Parole chiave: fenoli, massa grassa estraibile, indice di Jean

La capacità conduttiva xilematica e la variabilità produttiva in un impianto adulto di clementine comune

Gullo G., Dattola A., Vonella V., Zappia R.

ggullo@unirc.it

Dipartimento di AGRARIA – Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria- Loc. Fero di Vito, 89122 Reggio Calabria

Fattori legati alla morfologia della pianta, soprattutto in impianti adulti, possono condizionare il risultato produttivo.

L'obiettivo è stato quello di analizzare la variazione dei risultati produttivi in piante di clementine comune, in funzione della capacità conduttiva xilematica, e porre le basi per adeguare le strategie agronomiche, al fine di migliorare la competitività di impianti adulti di agrumi.

La prova è stata condotta nel biennio 19/20 in un impianto adulto di clementine comune, innestato su arancio amaro, sito a Corigliano-Rossano (CS). Sedici piante sono state selezionate, mediante l'ausilio di tomogrammi e misure del volume della chioma, e suddivise in 4 gruppi, ogni gruppo costituito da piante simili per i suddetti parametri. Su piante, rappresentative di ciascun gruppo, sono stati installati dei sensori *sap flow* HFD e dendrometri; su tutte le piante, sono stati installati sensori per il potenziale idrico del suolo e sono state condotte misure di scambio gassoso. Inoltre, è stato calcolato il flusso xilematico giornaliero per pianta. Alla raccolta è stata determinata la produzione per pianta e, sui frutti, sono stati rilevati gli indici di maturazione, i parametri carpometrici e quelli nutraceutici. Tutti i dati sono stati sottoposti ad analisi statistica.

L'analisi tomografica, effettuata dopo un intervento irriguo, ha permesso di definire l'anatomia del fusto delle piante dei 4 gruppi, che variava da 110 a 221 cm². Il flusso giornaliero per pianta ha evidenziato differenze tra i gruppi: un flusso di 10.3 litri giorno⁻¹.pianta⁻¹ nel G1, di 8.4 litri giorno⁻¹.pianta⁻¹ nel G2, di 5.7 litri giorno⁻¹.pianta⁻¹ nel G3 e di 11.3 litri giorno⁻¹.pianta⁻¹ nel G4. L'evoluzione del potenziale idrico del suolo, dopo l'intervento irriguo, conferma la diversa modalità di assunzione di acqua da parte delle piante, in funzione della capacità conduttiva delle stesse, inferiore nei gruppi G2 e G3 rispetto ai gruppi G1 e G4. Le misure degli scambi gassosi sono risultate più performanti nelle piante con maggior flusso.

Le prove condotte hanno evidenziato come una differente capacità conduttiva xilematica della pianta possa incidere sulla variabilità della produzione. Si sono osservate variazioni in termini produttivi, carpometrici, colorimetrici e nutraceutici, inferiori nelle piante dei gruppi G2 e G3, di minore capacità conduttiva, mentre gli altri indici di maturazione non sono stati condizionati.

Le misure della capacità conduttiva del flusso xilematico, integrate con le misure di potenziale idrico del suolo, permettono di conoscere il reale stato delle relazioni idriche del sistema suolo-pianta, consentendo una gestione idrica e della chioma in grado di ridurre le cause che incrementano la variabilità del prodotto.

Parole chiave: sap flow, tomografo, qualità.

LED Interlighting for greenhouse tomato cultivation in Italy: first results and application potentialities

Paucek I.¹, Pennisi G.¹, Pistillo A.¹, Appolloni E.¹, Crepaldi A.², Calegari B.³, Spinelli F.¹, Cellini A.¹, Gabarrell X.⁴, Orsini F.¹, Gianquinto G.¹

ivan.paucekpagan2@unibo.it

¹*Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, DISTAL – Department of Agricultural and Food Sciences, Bologna, Italy*

²*Flytech srl, Via dell'Artigianato, 65, 32016 Alpago, Belluno, Italy*

³*I-POM Pellerossa, Via Cantapoiana, 12, 40054 Mezzolara di Budrio, Bologna, Italy*

⁴*Universitat Autònoma de Barcelona, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA-UAB), MdM Unit of Excellence; Chemical, Biological and Environmental Engineering Department, Barcelona, Spain*

Recently, light-emitting diodes (LEDs) have experienced a wide increase in Northern Europe protected horticulture, enabling to enhance plant growth under controlled environmental facilities. The lack of a proper supply of sunlight can be a drawback which can lead to a decrease in plant yield. However, supplemental LED interlighting can prevent light shortage by providing plants with the needed radiative fluxes. This study evaluates the feasibility of optimized supplemental lighting technology for tomato crop production in Italy. Effects of supplemental LED interlighting on vegetative growth, fruit growth, yield, fruit quality and physiological traits of high-wire tomato plants (*Solanum lycopersicum* 'Siranzo') during spring and summer season were addressed. Plants were either grown under natural solar radiation (control), or by adding supplemental LED interlighting treatment consisting on red (R) and blue (B) light (RB ratio of 3). Interlighting lamps were placed at 2 m height within the canopy supplying a photosynthetic photon flux density of 170 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for 16 hours per day. Supplemental LED interlighting enhanced yield in spring (+24%) and summer (+13%) as a result of increased fruit weight and dimension. While no effects on soluble solids content and fruit color at harvesting were observed, supplemental LED interlighting accelerated ripening by one week in spring and two weeks in summer. Moreover, weekly measurements highlighted greater vegetative and fruit growth when supplementary lighting was provided. The research explores the sustainability of supplemental LED interlighting in Italian high-tech greenhouse tomato production.

The research was performed within the framework of the project "Light on Shelf Life" (J56J20000410008) funded by the Italian Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies (MIPAAF) within the call "Fondo per il finanziamento di progetti innovativi, anche relativi alla ricerca e allo sviluppo tecnologico nel campo della shelf life dei prodotti alimentari e del confezionamento dei medesimi, finalizzati alla limitazione degli sprechi e all'impiego delle eccedenze".

Keywords: *Solanum lycopersicum*; Light Emitting Diodes (LEDs); supplemental interlighting, yield, greenhouse cultivation.

Osservazioni sulle water relation in due specie di actinidia

Gullo G., Dattola A., Vonella V., Branca V., Zappia R.

ggullo@unirc.it

Dipartimento di AGRARIA – Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria - Loc. Fero di Vito, 89122 Reggio Calabria

La *cultivar* di actinidia Hayward (*Actinidia deliciosa* A. Chev. C.F. Liang & A.R. Ferguson), negli ultimi anni, è stata affiancata da nuove *cultivar* appartenenti all'*Actinidia chinensis* Planch.

Scopo del lavoro è stato quello di analizzare alcuni aspetti legati alle *water relation* tra la principale *cultivar* della specie di *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang & A.R. Ferguson, cv Hayward (HY), e una *cultivar* di *A. chinensis* Planch., cv Gold 3 (G3), al fine di verificare le differenze tra le due *cultivar*.

La prova sperimentale è stata condotta nel periodo 19/20 in un actinidietao di 5 anni di età, sito a Polistena (RC), dove sono presenti la cv G3 (polpa gialla) e la cv HY (polpa verde), allevate a pergoleta, con la stessa densità di impianto e gestione irrigua. Sono state scelte 27 piante per *cultivar*, distribuite in tre blocchi randomizzati. Per ogni pianta è stata rilevata l'umidità della rizosfera, sono state elaborate tomografie elettriche di resistività del fusto ed effettuate misure di densità di flusso xilematico, è stato, altresì, calcolato il flusso xilematico, espresso in L.giorno⁻¹.albero⁻¹; inoltre, sono state effettuate misure di scambio gassoso, di fluorescenza e di indice SPAD; infine, è stata determinata la superficie per pianta e si è calcolato il LAI. I dati sono stati elaborati statisticamente mediante analisi della varianza ANOVA.

La superficie fogliare media per pianta è risultata quasi 120 m².pianta⁻¹ in HY, mentre in G3 si superavano di poco i 70 m².pianta⁻¹.

Con riferimento all'assimilazione netta (Pn), l'attività fotosintetica è risultata superiore del 70% in HY, rispetto al G3. Invece, i dati relativi alla conduttanza stomatica (gs), hanno evidenziato un'attività significativamente inferiore, intorno al 45%, nelle piante di HY rispetto a quelle di G3. Anche la concentrazione interna di CO₂, Ci, ha evidenziato un valore inferiore del 20% in HY rispetto al G3. Tuttavia, l'efficienza fotosintetica [An/Ci e An/Tr] evidenzia la superiorità dell'Hayward rispetto al G3, anche l'indice SPAD è risultato superiore nell'HY rispetto al G3. I parametri della fluorescenza Fv'/Fm' e ΦPSII hanno evidenziato un minore rischio di fenomeni di fotoinibizione nelle piante di HY rispetto a G3.

Analizzando i tomogrammi emergono differenze nell'area conduttiva del fusto, questa risulta, infatti, superiore nelle piante della cv G3 rispetto a quelle dell'HY, così come nella densità di flusso xilematico, superiore nelle piante del G3 rispetto all'HY; durante una giornata il flusso xilematico di una pianta della cv HY era quasi 1/3 rispetto a quello della pianta della cv G3.

Le misure condotte hanno evidenziato come la gestione irrigua debba tener conto delle differenti *water relation* che si instaurano tra ciascuna specie e l'ambiente pedoclimatico.

Parole chiave: sap flow, tomografo, fluorescenza, scambi gassosi.

Physiological adaptation to water salinity in the C3 and C4 halophytes species *Salicornia europaea* and *Salsola soda*

Calone R., Orsini F., Barbanti L.

roberta.calone3@unibo.it

Department of Agricultural and Food Sciences and Technologies, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Viale Fanin 44, 40127, Bologna, Italy

Salinization of agricultural land is a devastating phenomenon which is seriously threatening food safety and ecosystem security. Understanding how plants survive and thrive in response to salinity is therefore critical to potentiate tolerance traits in crop species. Owing to their high interspecific biodiversity, halophytes have been regarded as a primary tool for this purpose. The present study addressed the physiological response to salinity of two halophyte species common in the Mediterranean area: the C3 *Salicornia europaea* (SE) and the C4 *Salsola soda* (SS). The two species were exposed to five NaCl concentrations (0, 90, 180, 360 and 540 mM) for 30 days in a greenhouse pot experiment. Carbon assimilation and stomatal conductance decreased with salinity in both species, with a sharper decrease in SE (-77% and -49% respectively) than in SS (-41% and -33% respectively). The consequent reduction in leaf transpiration (-67% and -13% respectively in SE and SS) resulted in a water use efficiency (WUE) increase in SE, which reached the highest value at 180 mM NaCl (+213%), but not in SS, which showed a 17% mean WUE decrease. Despite the reduced photosynthetic activity, both species showed a fresh and dry weight increase with salinity, with the highest increment at 90 mM for SS (+67% and +33% respectively) and at 180 mM for SE (+330% and +121% respectively). RWC, as well, increased with salinity (+4% and +0.5% respectively in SE and SS), with the highest increment in both species when exposed to 90 mM. Leaf water potential decreased proportionally with NaCl increase, with a greater extent in SE (-155%) than in SS (-20%). The considerable Na concentration increase (+118 and +88% in SE and SS respectively) suggests an involvement of this cation in the plants' osmotic adjustments and reflected in a general decrease of the other main ions (Ca, K, P, and Mg). Lastly, an increased ^{13}C discrimination ($\delta^{13}\text{C}$) was observed in both species with salinity up to 180 mM NaCl, with a higher increment in the C4 SS than in the C3 SE.

From these results it could be argued that water relations, rather than photosynthesis, play a major role in support the growth of these species under salinity and, since plant sensitivity to salt may be indicated by the magnitude with which $\delta^{13}\text{C}$ changes over increasing salinity, it could be inferred, against the expectation, that the C3 SE reacted better to salinity than the C4 SS.

Keywords: halophytes, salt stress, photosynthetic pathway, water relations, carbon isotopes.

Qualità dei sementali di specie annuali da aiuola in risposta a tipo di lampada e irradianza

Zanin G., Florio G., Galvão A.C., Nicoletto C., Sambo P.

paolo.zanin@unipd.it

Dipartimento di Agronomia Alimento Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

L'impiego dell'illuminazione artificiale nelle colture in serra ha visto da sempre un limite nei costi energetici. Il recente sviluppo della tecnologia LED rappresenta un'opportunità da cogliere da parte della serricoltura contemporanea. Uno dei limiti per l'ampia diffusione di questa tecnologia è rappresentato però dalla specie-specificità delle risposte alle diverse combinazioni di intensità, composizione spettrale e fotoperiodo della luce incidente anche in funzione dell'obiettivo che si persegue. In quest'ottica, il presente lavoro finanziata dal progetto MiProLed (PSR Regione Veneto 2014-2020) ha voluto indagare sull'effetto di diverse intensità di luce e composizione spettrale, ad integrazione della luce naturale, sulla produzione di sementali delle specie annuali da fiore: *Impatiens walleriana* 'Red', *Petunia* × *hybrida* 'Red', *Salvia splendens* 'Red' e *Tagetes erecta* 'Lemon'. I semi sono stati fatti germinare in cella e, all'emissione dei cotiledoni, sono stati collocati su bancali dove sono stati applicati i diversi trattamenti: lampade LED con rapporto rosso:blu (R:B) 100:0; lampade LED con rapporto R:B 70:30; lampade HPS. I tre tipi di lampade sono stati testati a diversa intensità luminosa (PAR): 50, 75 e 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. I sementali sono quindi stati posti ad un fotoperiodo di 16 ore (HR 6.00 – 22.00) con temperatura di apertura finestre a 20 °C. Separatamente per specie, al raggiungimento della maturità commerciale del trattamento migliore è stato eseguito un rilievo distruttivo, su tutte le plantule dei diversi trattamenti, che ha riguardato: altezza, diametro al colletto, numero di foglie e peso secco di parte aerea e di apparato radicale. Con i dati raccolti sono stati calcolati alcuni indici qualitativi: il rapporto *shoot:root* (chioma:radici), il quoziente di robustezza (QR = $\frac{\text{diametro al colletto}}{\text{altezza}}$) e il *quality index* (QI = $\frac{\text{peso secco totale}}{\text{shoot:root} + \text{QR}}$). L'esperimento è iniziato il 28 gennaio 2019 e si è concluso il 25 febbraio 2019. Tutti i dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza a tre vie (specie x tipo di lampada x PAR). L'elaborazione dei dati ha messo in evidenza attese differenze tra le specie, ma anche differenze tra i tipi di lampada per ogni parametro, mentre l'aumento della PAR ha influito (migliorandoli) solo su alcuni parametri tra cui QR e QI. Per tutti i parametri, inoltre, è sempre risultata altamente significativa l'interazione tra specie e tipo di lampada. Con riferimento al QR e al QI, tutte e tre le specie hanno evidenziato una superiore qualità dei sementali con l'impiego di lampade LED con rapporto R:B 70:30 rispetto agli altri due tipi di lampada, che però non è risultata significativa nel solo caso del QR per *Salvia splendens*.

Parole chiave: LED, HPS, luce blu, luce rossa.

Risposta di begonia elatior (*Begonia ×hiemalis* Fotsch) a diversi tipi di lampada e livelli di irradianza

Zanin G., Florio G., Galvão A.C., Nicoletto C., Sambo P.

paolo.zanin@unipd.it

Dipartimento di Agronomia Alimento Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

Nella pianura padana le condizioni luminose durante il periodo invernale costituiscono un limite nelle produzioni serricole, sia per le poche ore di luce, che per la scarsa intensità luminosa. Il recente sviluppo della tecnologia LED rappresenta un'opportunità di sviluppo del settore orto-floro-vivaistico non solo per i minori costi energetici, ma anche per le nuove potenzialità che vanno dall'aumento dell'efficienza fotosintetica al controllo di parametri morfologici della pianta. Il presente lavoro, finanziata dal progetto MiProLed (PSR Regione Veneto 2014-2020), ha voluto quindi indagare l'effetto di diverse intensità di luce e composizione spettrale, però il controllo fotoperiodico della fioritura e la integrazione della luce naturale, sulla coltivazione in serra di *Begonia elatior* (*Begonia ×hiemalis* Fotsch), confrontando: lampade LED con rapporto rosso:blu (R:B) 100:0; lampade LED con rapporto R:B 85:15 e lampade HPS. I tre tipi di lampade sono stati testati a due intensità luminosa (50 e 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ed è stato inoltre previsto un controllo non illuminato. Sono state impiegate le seguenti varietà: Barkos, Nejta e Orange. L'integrazione luminosa è stata fornita giornalmente (dalle 5.30 alle 24.00) per un mese, al termine del quale l'illuminazione artificiale è stata interrotta al fine di permetterne la fioritura e la maturazione commerciale. La prova è stata ripetuta in due cicli successivi: dal 4 dicembre al 26 gennaio, e dal 4 gennaio al 26 febbraio. Gli effetti dei trattamenti luminosi sono stati valutati in termini di altezza della pianta, due diametri ortogonali della chioma, lunghezza degli internodi, numero di fusti maggiore di 5 cm, di foglie e di infiorescenze. Inoltre sono stati rilevati i pesi secchi di fusti, foglie e fiori. I parametri rilevati sulle piante non trattate hanno mostrato, in tutti i casi, valori ben inferiori a quelli degli altri trattamenti. In entrambi i cicli sono state riscontrate attese differenze tra le varietà. La risposta ai trattamenti luminosi è poi variata in funzione del ciclo. Nel primo ciclo, caratterizzato da peggiori condizioni luminose, sono state osservate differenze imputabili a diversa irradianza con i risultati migliori alla irradianza maggiore per il peso secco di tutte le parti della pianta, indipendentemente dalla varietà. Nel secondo ciclo, invece, l'influenza dell'irradianza è risultata diversa nelle varietà. Infatti, il peso secco di foglie, fiori e dell'intera parte aerea è stata significativamente superiore con 100, rispetto a 50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ sono in Nejta. In definitiva, *begonia elatior* è una specie brevidiurna e l'allungamento del fotoperiodo con integrazione luminosa è stato fondamentale per ottenimento di piante di adeguato valore commerciale, e l'impiego di 50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ sono stati sufficienti allo scopo.

Parole chiave: LED, HPS, luce blu, luce rossa.

Studio dei meccanismi di crescita dei frutti di due varietà di mango coltivate in ambiente mediterraneo

Carella A., Gianguzzi G., Inglese P., Farina V., Lo Bianco R.

alessandro.carella@unipa.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) - Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, ed. 4, Palermo.

Lo sviluppo del frutto rappresenta uno degli elementi più importanti al fine di valutare l'adattamento una specie in coltura in particolari condizioni microclimatiche, in quanto organo *sink* per eccellenza della pianta, considerato quindi come il miglior indicatore dello stato fisiologico. Lo scopo di questa prova è stato quello di acquisire indicazioni precise sui meccanismi di sviluppo dei frutti di due cultivar di mango (*Mangifera indica* L.), *Keitt* a maturazione tardiva e *Tommy Atkins* di epoca media-precoce, in riferimento ai parametri ambientali attraverso l'uso dei "fruttometri". L'utilizzo di tali dispositivi su piante tropicali ha lo scopo di fornire informazioni di base sulla fisiologia del frutto, ma allo stesso tempo utili per lo sviluppo di una gestione ottimale della coltura che risulti in produzioni di qualità e più vantaggiose economicamente. L'esperimento è stato condotto in un presso l'azienda agricola Cupitur situata a Caronia (ME) nella Sicilia nord-orientale da luglio a ottobre 2019. Durante la prova sono state definite le curve di crescita delle due cv tramite un calibro digitale. Con i fruttometri è stato monitorato il diametro dei frutti ad intervalli di 15 minuti e, i dati registrati, sono stati sottoposti ad un'analisi grafica. In particolare sono stati definiti il tasso di crescita assoluto (AGR, mm giorno⁻¹), associato a fenomeni di divisione cellulare, la fluttuazione giornaliera del diametro del frutto (ΔD , mm giorno⁻¹), associato a fenomeni di espansione cellulare, e un indice di sviluppo (AGR ΔD^{-1}) per definire quale fosse il meccanismo prevalente, tra divisione cellulare, espansione cellulare o maturazione, durante il periodo di sviluppo del frutto. In *Keitt*, sono stati identificati i periodi in cui prevalgono fenomeni di divisione cellulare e di espansione cellulare. In *Tommy Atkins*, invece, è stato identificato il momento di transizione tra l'espansione cellulare e la maturazione del frutto. Per valutare l'effetto diretto dell'ambiente sulla crescita dei frutti è stata studiata la relazione tra VPD (kPa) e ΔD (mm giorno⁻¹); ciò ha permesso di ipotizzare un isolamento idrico tra i frutti e la pianta in *Tommy Atkins* nella fase finale di sviluppo. In conclusione, grazie all'identificazione dei meccanismi di sviluppo si potrebbe stabilire con precisione il momento ottimale per l'applicazione di diverse pratiche agronomiche, come, a titolo esemplificativo, il diradamento dei frutti, da realizzare quando i frutti immagazzinano prevalentemente carboidrati e sostanza secca (divisione cellulare). Ulteriori lavori scientifici sul mango potranno definire il processo di maturazione dei frutti confermando o smentendo l'ipotesi di isolamento idrico formulata durante questo studio per la cultivar *Tommy Atkins*.

Parole chiave: accrescimento del frutto, divisione cellulare, espansione cellulare, fruttometri, *Mangifera indica* L., VPD.

Studio di fattori genetici e ambientali coinvolti nei meccanismi di sterilità in agrumi

Distefano G.¹, Cai G.², Del Duca S.³, Mareri L.², Parrotta L.³, Aloisi I.³, Caruso M.⁴, Lo Piero A.R.¹, Di Guardo M.¹, Bennici S.¹, La Malfa S.¹, Gentile A.¹

gaetano.distefano@unict.it

¹*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia;*

²*Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena, Italia*

³*Dip. Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, via Irnerio 42, 40126 Bologna, Italia*

⁴*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria Centro di Ricerca Olivicoltura, frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA), Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT), Italia*

Una migliore conoscenza dei meccanismi alla base dell'interazione tra il polline ed il pistillo nei fiori di agrumi potrebbe contribuire a realizzare programmi di miglioramento genetico più efficienti e a disegnare impianti commerciali più idonei per l'ottenimento di produzioni apirene. Tale obiettivo appare sempre più importante anche in ambito internazionale poiché, negli ultimi trent'anni, l'introduzione di nuove varietà, spesso di origine ibrida, ha determinato la diffusione di genotipi che, sebbene autoincompatibili, manifestano un alto livello di inter-compatibilità tra di essi e le varietà tradizionali, determinando la comparsa di semi a causa della presenza, in campi limitrofi, di genotipi sessualmente compatibili. Negli ultimi anni diversi gruppi di ricerca hanno caratterizzato geni putativamente coinvolti nel sistema di auto-incompatibilità in agrumi fino alla recente identificazione delle S-RNAsi specifiche di agrumi. Il nostro studio ha riguardato la valutazione di fattori genetici e ambientali coinvolti nella determinazione di fenomeni di sterilità in clementine e mandarino-simili. In particolare, il lavoro ha preso in considerazione diversi aspetti complementari riguardanti: i) la definizione della funzione dei geni ASP-RICH (già identificati quali geni candidati) in mutanti di tabacco, ed in particolare della loro influenza sulla biologia riproduttiva; ii) l'identificazione di sequenze coinvolte nel meccanismo di auto-(in)compatibilità in mandarino-simili attraverso Next Generation Sequencing (NGS); iii) la determinazione dell'effetto di stress termici sulla morfologia e la funzionalità della gemma fiorale, degli organi riproduttivi e dei gameti maschili e femminili; iv) lo studio delle modificazioni proteiche e dei meccanismi genetici coinvolti nel sistema di auto-(in)compatibilità. I risultati hanno evidenziato come siano numerosi i fattori coinvolti nel processo riproduttivo e come questi possano determinare un effetto diretto sulla funzionalità dei gameti e degli organi riproduttivi.

Parole chiave: clementine, Asp-Rich, NGS, auto-incompatibilità, stress termico.

Does supplemental LED lighting effectively enhance quali-quantitative traits of greenhouse grown truss-tomato? A meta-analysis

Appolloni E.¹, Pennisi G.¹, Orsini F.¹, Gabarrell X.², Paucek I.¹, Gianquinto G.¹

elisa.appolloni3@unibo.it

¹*Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, DISTAL – Department of Agricultural and Food Sciences, Bologna, Italy*

²*Universitat Autònoma de Barcelona, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA-UAB), MdM Unit of Excellence; Chemical, Biological and Environmental Engineering Department, Barcelona, Spain*

Greenhouse-grown truss-tomato (*Solanum lycopersicum*) is characterized by long stems usually trained in high-wire systems, which apply high plant density to increase cultivation performances. However, these intensive growing systems, together with light interception of greenhouse cladding materials and climatic characteristics (e.g., cloudy days, high latitude), may determine intracanopy mutual shadings and sub-optimal lighting conditions. In this context, artificial supplemental lighting may represent an opportunity to improve quantitative and qualitative aspects of production, especially if performed with highly efficient light emitting diodes (LEDs). A wide number of studies investigating the topic are available in literature. However, research results are often diversified as a consequence of variable lighting, environmental and cultivation conditions among performed experiments. The hereby research presents a meta-analysis with the aim to answer the following research question: does supplemental LED enhance yield and qualitative aspects of greenhouse-grown truss tomato? The study was based on a literature review of 31 published papers and 100 total observations analysed by the difference among independent groups. Results showed a significant positive effect of supplemental LEDs lighting enhancing yield (+40%), fruit soluble solids (+6%) and ascorbic acid (+11%) contents, leaf chlorophyll content (+31%), photosynthetic capacity (+50%) and leaf area (+9%) as compared to control conditions, while not significant alterations were observed for stomatal conductance.

Keywords: supplemental lighting, light emitting diode, greenhouse, *Solanum lycopersicum*, interlighting.

Sustainable irrigation strategy in kiwifruit orchard under semi-arid conditions

Dichio B.¹, Laterza D.², Tuzio A.C.¹, Di Biase R.¹, Mininni A.N.¹

bartolomeo.dichio@unibas.it

¹Università degli studi della Basilicata, DiCEM, via Lanera, 20 Matera 75100

²Agreenment Spin Off Accademico Via A. M. di Francia Matera 75100

Italy is the second top kiwifruit producing country, with an overall production of 555 Ktons and an export of 289 Ktons (13% and 21% of global production, respectively). In the last years, the cultivation area has been spread also in the regions of southern Italy, where the water deficit is approx. 800 mm.

Drought and waterlogging are abiotic stresses causing yield uncertainty in various crops including kiwifruit. Kiwifruit water requirements depend on various site-specific conditions (e.g., evapotranspiration demand, cropping system, cultivar, soil water holding capacity). An optimum irrigation strategy is desirable in kiwifruit to promote root turnover and encourage the uptake of essential mineral elements from the soil, in order to positively affect fruit development and fruit quality, especially in summer-dry climates such as south Italy. The aim of this study was to define a sustainable irrigation strategy based on daily soil water balance of the soil volume wetted by irrigation ensuring soil moisture ranging within RAW and FC interval. Experimental trial was conducted at a kiwifruit orchard in Metapontino area. Soil water content was measured at two depths (0-30 and 30-60 cm) by soil moisture sensors. Soil water contents in the top 30 cm of soil was maintained at 60-90% of field water capacity (FWC) in order to avoid drought or waterlogging stress. Values of the crop coefficient (K_c), that relates vine transpiration (ET_c) to the prevailing atmospheric conditions (ET_0) was adjusted on a 7-10-day interval according to water deficits indicated by soil moisture sensors.

The daily soil water balance was computed based on ET_0 measured by atmometer installed into the kiwifruit orchard and K_c for environmental conditions ranging from 0.95 (initial growth stage) to 0.83 (late season). The sustainable irrigation strategy integrated the daily soil water balance with soil moisture measurements. The irrigation volumes were computed considering the amount of water required to recover soil moisture up to the upper threshold. Irrigation water volumes supplied reached approx. 8,000 m³ ha⁻¹ at the end of season compared to ET_c volumes higher of 9,000 m³ ha⁻¹. Results revealed that a timely soil water content monitoring is needed in order to support the sustainable irrigation strategy in order to meet irrigation and crop water requirements. Application of the right amount of irrigation water at the right time is essential in kiwifruit orchards to improve the yield and fruit quality.

Research supported by Rural Development Programme PSR Basilicata 2014/2020 Action 16.1 (Tras.Irri.Ma. project).

Keywords: irrigation water requirements, K_c , soil hydrological properties, soil water content monitoring, Decision Support Systems (DSS).

Sweet chestnut burr daily growth in its final stages

Perulli G.D., Boini A., Bresilla K., Morandi B., Corelli Grappadelli L., Manfrini L.

giulio.perulli@unibo.it

DISTAL - Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, V. le Fanin 46, 40127 Bologna, Italy

The daily growth dynamics of *Castanea sativa* Mill. (cv. “Marrone di Castel del Rio”) burrs, were monitored for 12 continuous day at the end of September (98-109 days after full bloom; DAFB) with automatic fruit gauges connected to a wireless data-logger system. Thanks to this system the relative contributions of xylem, phloem, and transpiration to burr growth were determined at 102 DAFB as well. This phenological stage of burr development was chosen to deepen our understanding of burr growth in a fundamental period for nut enlargement and starch accumulation. The burr growth pattern showed a linear daily increment, generally characterized by a rapid shrinkage in the early afternoon corresponding to the highest vapour pressure deficit (VPD), followed by nocturnal swelling until the early morning. Daily absolute growth rates were positively influenced by high relative humidity (RH) values and precipitation events while negatively affected by VPD. Vascular flows confirm that the daily shrinkage was due to high water losses by transpiration. The xylem was fully active and able to replenish the high amount of water lost during the day by the transpiration process. Phloem inflow was the major component for the net daily burr growth. These observations, coupled to the increase in dry matter content typical of this stage, suggest a passive model of burr phloem unloading, able to persist at high levels of RH, likely energized by the high burr epidermal transpiration. This preliminary study aimed first to identify the model of vascular flows supporting burr growth during a period of strong demand by the fruit; and second to establish the influence of weather conditions on its growth pattern. Knowing and monitoring burr daily growth patterns could be used to trigger precise and tailored irrigation management strategies, especially in areas characterized by water shortages.

Keywords: *Castanea sativa* Mill., burr daily growth, vascular flows, chestnut physiology.

Tecniche innovative per il controllo degli stress multipli estivi sul nocciolo

Farinelli D.¹, Tombesi S.², Frioni T.², Palliotti A.¹

daniela.farinelli@unipg.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali - Università di Perugia

²Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili - Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Il nocciolo predilige luoghi freschi con temperature estive ottimali intorno ai 25-27 °C, e comunque non superiori ai 35 °C poichè possono causare elevati tassi di traspirazione ed evaporazione con scottature a livello fogliare fino al loro disseccamento, con conseguente penalizzazione della produzione. In Italia, gli eccessi termici sono previsti in aumento (ISPRA), ed è quindi necessario adottare tecniche per il controllo degli stress multipli estivi, sia nelle aree tradizionali di coltivazione del nocciolo che in quelle di recente introduzione. Tra le possibili tecniche in grado di mitigare gli effetti negativi indotti dagli stress estivi e di preservare l'integrità delle foglie rientra l'uso di argille bianche, quali il caolino. Questo, applicato sui tessuti vegetali, esercita un effetto "sunscreen", cioè aumenta la riflessione della radiazione solare e di conseguenza riduce la temperatura dei tessuti imbiancati. Nel 2018, è stato, quindi testato un nuovo formulato denominato Polvere di Roccia (Biogard), costituito da caolino calcinato, su giovani piante di nocciolo di 4 anni di età della varietà Tonda di Giffoni, coltivate in irriguo su terreno franco - argilloso in Umbria (Centro Italia). Il caolino è stato applicato, ad una concentrazione del 3%, quando la temperatura massima dell'aria superava i 35 °C per 2-3 giorni consecutivi. Il caolino ha aumentato la riflessione della radiazione solare e ridotto la temperatura delle foglie da 2,9° C a 6,9°C, senza effetti negativi sull'attività fotosintetica, sulla conduttanza stomatica e sull'efficienza di utilizzo dell'acqua. Inoltre, contrariamente ad altre specie arboree da frutto, le precipitazioni estive di media intensità non dilavano l'intera copertura, consentendo pertanto una protezione dell'efficienza fotochimica del PSII associati ai cloroplasti (valori di Fv/Fm sempre maggiori di 0.65). Le piante trattate con caolino hanno prodotto frutti con resa alla sgusciatura e percentuale di calibri commercializzabili superiore così come un maggiore contenuto in lipidi; mentre la produzione per pianta non è stata influenzata. Differenze significative nella fisiologia di base sono risultate evidenti anche in fase di senescenza, in quanto il caolino ha contribuito a preservare i centri di reazione dell'attività fotosintetica, permettendo in autunno di avere un apparato fogliare ancora molto efficiente, con una senescenza posticipata e con un incremento della fotosintesi netta in ottobre e novembre. In conclusione, nel nocciolo ed in condizioni di alte temperature, il caolino svolge una efficace e positiva funzione "sunscreen", riducendo la temperatura fogliare e la perdita di acqua per traspirazione, senza alterarne l'attività fotosintetica, la quale risulta potenziata in fase di senescenza.

Parole chiave: Tonda Giffoni, caolino, scottature fogliari, qualità nocciole, efficienza fotochimica.

Traditional and innovative technologies to water irrigation management in Mediterranean area

Lo Cascio M.^{1,2}, Noun G.¹, Marras S.^{1,2}, Spano D.^{1,2}, Satta D.³, Mameli M.G.³, Fernandes de Oliveira A.³, Barbaro M.⁴, Loddo S.⁴, Meloni P.⁴, Sirca C.^{1,2}

mloscio@uniss.it

¹Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Agraria, Viale Italia 39a, 07100 Sassari

²Fondazione CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), IAFES Division, Via de Nicola 9, 07100 Sassari

³AGRIS, Agenzia regionale per la ricerca in agricoltura Sardegna, Loc. Bonassai S.S. 291 SassariFertilia—Km. 18600, 07100 Sassari, Italy

⁴Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica, Università di Cagliari Piazza d'Armi 09123 Cagliari, Italia

Climate change scenarios, together with the increasing request for sustainable agriculture, requires the application of adaptive strategies for a more efficient management of natural resources. Particularly in the semi-arid region, farming push the irrigation sector towards a more efficient use of water resources improving the irrigation scheduling without impacting crop yield.

We present a study of two years of monitoring campaign (2019 and 2020) in two vineyards located in Sardinia (Italy). A series of physiological parameters strictly correlated to the water plant status were monitored thanks to a set of automatic plant-based sensors. For the first time, we used two different sensors to determine the xylem sap flow with the T-Max Method and with the Heat Balance Method. In addition, we measured the leaf thickness (i.e. an indirect measurement of leaf turgor) with a commercial sensor, to estimate the vine water status. The sensitivity and accuracy of the applied methodologies and technologies were compared with the midday stem water potential (SWP), which represents an accurate method for determining plant water needs, even if it is a destructive, time-consuming and labor-intensive method. According to our preliminary results, these technological approaches showed to be promising as a user-friendly tool to make easier and smarter the management of the irrigation at farm level,

Keywords: smart agriculture, irrigation management, water scarcity, stem water potential, sap-flow, leaf turgor.

Valutazione dell'impronta di carbonio in *Brassica oleracea* var. *italica* in relazione a strategie orticole ad alta sostenibilità

Timpanaro G., Branca F., Cammarata M., Di Bella M.C., Scuderi A.

mariar.cammarata@gmail.com

Università degli Studi di Catania, Di3A

Le attività antropiche, soprattutto quelle agricole intensive, sono responsabili delle perturbazioni apportate ai naturali cicli del carbonio e dell'azoto, con ingenti ripercussioni sul cambiamento climatico. Il rallentamento nello svolgimento di tutte le attività umane imposto dalla pandemia da Covid-19 ha portato ad una riduzione dei quantitativi di gas serra in tutti i continenti ed il calo delle emissioni (CO₂-eq) è stimato al 5% della produzione di carbonio nel 2020. Al fine di quantificare gli impatti di un processo di coltivazione delineandone i limiti dal punto di vista ambientale, lo studio si basa sul concetto di Carbon Footprint (CF). Essa definisce la quantità di emissioni di gas serra che un particolare prodotto o servizio causa durante il suo ciclo di vita, espressa in CO₂ equivalenti (CO₂-eq). Il presente studio è stato effettuato nell'ambito del Progetto Europeo BRESOV H2020, "Breeding for Resilient, Efficient and Sustainable Organic Vegetable Production", il cui obiettivo è quello di fornire informazioni necessarie per l'espletamento di pratiche agricole sostenibili. Le prove sperimentali sono state caratterizzate dalla coltivazione di tre campi di cavolo broccolo, *Brassica oleracea* var. *italica*, caratterizzati da differenti regimi irrigui. Il primo contraddistinto da una dose irrigua ricoprente il reale fabbisogno della coltura (100%), il secondo caratterizzato da una dose atta a soddisfare il 55% dei bisogni idrici e il terzo appezzamento costituito da una dose del 35%. La CF è stata condotta attraverso il software SimaPro 9.1. I genotipi presi in considerazione sono stati l'ibrido F1 Marathon e due cultivar locali Siciliane, conservate presso il Di3A. I risultati della valutazione hanno messo in luce che l'appezzamento caratterizzato dalla dose irrigua deficitaria (35% del reale fabbisogno irriguo della coltura) ha ottenuto un'impronta carbonica ridotta rispetto alle altre dosi, tradotta in un minore quantitativo di CO₂-eq. Ridurre la CF delle colture si traduce nella sottrazione di CO₂ libera nell'aria; questo rappresenta un vantaggio per gli operatori del settore ai quali potrebbero essere riconosciuti dei crediti per i loro servizi ecosistemici, vendibili sul mercato ad esempio alle grandi compagnie energetiche che per legge devono compensare le proprie emissioni.

Dal punto di vista economico i risultati ottenuti hanno messo in evidenza che la possibilità di ridurre gli input irrigui permette il raggiungimento di produzioni che possono rappresentare modelli futuri di gestione delle coltivazioni orticole. La riduzione dell'impronta di carbonio delle colture pertanto persegue il duplice scopo di contenimento degli impatti ambientali e di incremento del valore delle produzioni in uno scenario in cui i consumatori sono disposti a pagare un sovrapprezzo per prodotti che perseguono uno scopo ambientale.

Parole chiave: economia, green deal, cambiamenti climatici, carbon footprint.

Valutazione di attività enzimatiche, polifenoli totali e attività antiossidante in accessioni di *Brassica oleracea* sottoposte a stress idrico

Pesce F., Palmeri R., Parafati L., Fallico B., Di Bella M.C., Treccarichi S., Branca F.

fabiolapesce3@gmail.com

Dipartimento di Agricoltura Alimentazione e Ambiente, via S. Sofia 100, Università di Catania

Le *Brassicaceae* sono un gruppo di ortaggi particolarmente interessante in quanto costituiscono una ricca fonte di nutrienti e composti antiossidanti. Questi ultimi sono di peculiare interesse in quanto sono in grado di ritardare l'invecchiamento cellulare e risultano di fondamentale importanza per contrastare e mitigare i possibili danni ossidativi causati da fattori biotici e abiotici. In particolare, lo stress idrico è il fattore abiotico al quale, a causa dei cambiamenti climatici, le colture sono sottoposte sempre più frequentemente. La siccità è infatti tra le maggiori cause di accumulo di radicali liberi deleteri come l'ossigeno singoletto (1O_2), l'anione superossido (O_2^-), il perossido di idrogeno (H_2O_2) e lo ione ossidrile ($\bullet OH$); questi composti possono avere effetti negativi quali la riduzione della produttività delle colture e la qualità del prodotto finale. Le piante sotto stress idrico innescano dei meccanismi di difesa per limitare i danni di natura ossidativa. In particolare, gli enzimi implicati in questi meccanismi di difesa sono la superossido dismutasi (SOD), la catalasi (CAT), l'ascorbato perossidasi (APX). Inoltre, indici di stress sono l'accumulo di proteine come la prolina e malondialdeide (MDA). Sono state prese in esame, dalle collezioni di germoplasma orticolo del Di3a di UNICT, colture locali e commerciali afferenti a *B. oleracea* (broccoli, cavolfiori, cavolo da foglia). I materiali allo studio hanno permesso di fare osservare variazioni significative dello stato antiossidante della pianta in rapporto allo stress idrico, evidenziando i genotipi più interessanti da utilizzare per il miglioramento genetico del cavolo broccolo. Le attività presentate sono state svolte nell'ambito del progetto BRESOV "Breeding for Resilient, Efficient and Sustainable Organic Vegetable production". Obiettivi dello studio sono, la quantificazione delle principali attività enzimatiche indici di stress idrico quali, superossido dismutasi, catalasi e ascorbato perossidasi, la valutazione del contenuto in prolina e malondialdeide, e la determinazione dell'attività antiossidante e del contenuto di polifenoli totali, al fine di individuare i genotipi più resistenti allo stress idrico della pianta.

Parole chiave: polifenoli totali, attività antiossidante, enzimi ossidativi, stress abiotico.

Valutazione di colture orticole da pieno campo nell'accumulo di rame e zinco da suoli inquinati

Grassi C.¹, Cecchi S.², Baldi A.¹, Zanchi C.A.¹, Orlandini S.¹, Napoli M.¹

chiara.grassi@unifi.it

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali – DAGRI (Università degli Studi di Firenze, Piazzale delle Cascine 18 – 50144 Firenze)

²Istituto per la BioEconomia - Consiglio Nazionale delle Ricerche - IBE-CNR (Via Madonna del Piano, 10 - 50019, Sesto Fiorentino, Firenze)

Rame (Cu) e zinco (Zn) sono due sono metalli pesanti naturalmente presenti nei suoli in concentrazioni limitate e che costituiscono microelementi essenziali per i processi di sviluppo delle piante. Tuttavia, le attività industriali e agricole in area periurbana, hanno contribuito ad aumentare il contenuto di questi metalli nei suoli fino ad arrivare in alcune aree a livelli tossici. In particolare, il rame è uno dei maggiori inquinanti presente nei terreni agricoli come conseguenza del suo prolungato uso come principio attivo in molti prodotti fitosanitari. Lo scopo del lavoro consiste nel valutare la capacità di assorbimento dei metalli pesanti Cu e Zn da parte di alcune specie ortive, determinare la concentrazione in radici, foglie e fusto, e frutto e valutarne quindi l'effettivo accumulo negli organi vegetali, specialmente se destinati al consumo umano.

Le prove, condotte in vaso e distinte per Cu e Zn, sono state eseguite in Toscana per due anni consecutivi. Il disegno sperimentale, per singolo metallo pensate, include 16 trattamenti costituiti dalla combinazione di quattro specie (pomodoro, spinacio, fagiolo, senape) per 4 livelli di concentrazione del metallo nel suolo. In particolare, i livelli di metallo aggiunti al suolo sono stati 0, 500, 1000, 1500 mg kg⁻¹ per Zn e 0, 200, 400, 600 mg kg⁻¹ per Cu. Alla raccolta, eseguita a fine ciclo produttivo di ogni specie, radici, fusto e foglie e frutto sono stati misurati, seccati in stufa, sminuzzati e analizzati separatamente per determinare i pesi secchi e il contenuto dei metalli. Il fattore di bioaccumulo (BAF) e di traslocazione (TF) sono stati calcolati come indici per valutare il potenziale di accumulo e traslocazione negli organi aerei dei metalli considerati.

I risultati hanno evidenziato che la coltura capace di concentrare maggiormente Zn nella biomassa aerea è lo spinacio, seguito, in ordine decrescente, da pomodoro, fagiolo e senape. Al contrario, il pomodoro è risultata la coltura più efficiente nel concentrare lo Zn nelle radici. Lo spinacio accumula Cu soprattutto nella parte aerea, mentre il pomodoro lo accumula soprattutto nei frutti e nelle radici. I risultati hanno inoltre evidenziato la capacità del fagiolo di concentrare Cu nelle radici. I valori di BAF e TF evidenziano che lo spinacio è una specie potenzialmente utilizzabile per la fitoestrazione dello Zn mentre le altre colture possono essere considerate delle Zn fitostabilizzatrici. Al contrario, in base ai risultati ottenuti dai calcoli di BAF e TF, tutte le colture testate risultano capaci di limitare l'assorbimento di Cu.

Parole chiave: traslocazione, fitoestrazione, bioaccumulo, metalli pesanti, suoli contaminati.

Propagazione

Compost da digestato e sottoprodotti delle filiere vitivinicola e corilicola per la crescita in contenitore di piante micropropagate di lampone, mirtillo gigante americano e nocciolo

Ronga D.¹, Melegari F.², Saccaggi M.², Pane C.³, Zaccardelli M.³, Bignami C.²

dronga@unisa.it

¹Dipartimento di Farmacia, Università di Salerno, Via Giovanni Paolo II n.132, 84084 Fisciano (SA), Italia

²Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Amendola 2- Reggio Emilia

³Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, 84098 Pontecagnano Faiano (SA), Italia

L'individuazione di nuovi preparati organici con funzione biofertilizzante e biostimolante, derivati dal recupero di sottoprodotti del settore agroalimentare, rappresenta un obiettivo fondamentale per la valorizzazione di residui e scarti, per la riduzione del ricorso a risorse non rinnovabili e per la strutturazione di filiere produttive fondate su criteri di economia circolare e di sostenibilità. Utilizzando fonti diverse di materiali riciclabili sono stati prodotti compost e valutate le loro proprietà e funzioni come componenti di substrati vivaistici. L'attenzione si è concentrata sui sottoprodotti di due filiere produttive di grande rilevanza nazionale, quella vitivinicola e quella corilicola, che originano una notevole quantità di residui sia nelle attività di campo che di trasformazione. Sono stati quindi ottenuti due compost, differenziati per l'utilizzo di sarmenti del vigneto (compost A), o di gusci e pellicole di nocciole tostate (compost B) e con una comune componente costituita da digestato solido, sottoprodotto della filiera del biogas. Questi compost sono stati utilizzati per sostituire percentuali variabili di torba, risorsa costosa e non rinnovabile, comunemente usata come substrato in ambito vivaistico. Il compost A è stato valutato per l'allevamento in contenitore di piante di lampone e mirtillo gigante americano ottenute da micropropagazione. Il compost B è stato impiegato per la crescita di piante di nocciolo micropropagate, materiale di impianto molto richiesto nell'attuale fase di espansione della coltura a livello nazionale. Le analisi microbiologiche e fisico-chimiche di questi preparati hanno rivelato condizioni di sanità e dotazione di elementi nutrizionali idonee al loro impiego agronomico e livelli di metalli pesanti conformi agli standard previsti dal Dgls 75/10. Le prove hanno fornito risultati molto soddisfacenti, dimostrando la possibilità di ridurre consistentemente l'impiego di torba, in alcuni casi anche fino al 40%, senza compromettere, e in alcuni casi migliorando, le performance di crescita vegetativa e di stato nutrizionale delle piante. Nel caso del mirtillo e del lampone questi substrati potrebbero trovare impiego anche nell'allevamento in contenitore per la produzione fuori suolo.

Parole chiave: micropropagazione, sottoprodotti, economia circolare, sostenibilità, vivaismo.

Effetti della scarificazione chimica e della sonicazione sull'efficienza di germinazione degli acheni di fragola

Marcellini M., Pergolotti V., Capocasa F., Mezzetti B., Sabbadini S.

micol.marcellini@staff.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

La fragola è una specie diffusa in tutto il mondo ed occupa un ruolo importante negli areali frutticoli. La necessità di soddisfare le richieste dei consumatori è uno dei principali motivi dell'ampliamento del panorama varietale delle fragole. L'attività di miglioramento genetico svolta presso il D3A dell'Università Politecnica delle Marche mira a realizzare e selezionare nuovi genotipi di fragola di elevato valore qualitativo e nutrizionale. Incrementare la percentuale di germinazione degli acheni della fragola è un aspetto di notevole importanza nei programmi di miglioramento genetico, poiché ridurrebbe la perdita di genotipi potenzialmente valutabili. La bassa efficienza di germinazione è collegata allo stato fisiologico della dormienza. L'obiettivo dello studio è di superare la dormienza attraverso strategie che riducano i tempi e incrementino il tasso di germinazione. L'esperimento ha messo a confronto la tecnica di scarificazione chimica da sola o combinata all'utilizzo di ultrasuoni. Gli acheni sono stati immersi in H₂SO₄ (95%) per 0 (controllo) e 35 minuti, mentre il bagno ad ultrasuoni è stato applicato per 0, 20, 45 e 60 secondi. Il conteggio del numero di semi germinati è stato effettuato dopo 14 giorni dalla semina. La sola scarificazione chimica è risultata essere il trattamento con maggior percentuale di germinazione; valori leggermente inferiori sono stati ottenuti combinando la scarificazione chimica con gli ultrasuoni.

Parole chiave: *Fragaria x ananassa*, miglioramento genetico, dormienza, scarificazione chimica, sonicazione.

Effetti della temperatura di conservazione sulla germinazione dei semi di canapa (*Cannabis sativa* L.)

Cavallaro V.¹, Toscano S.², Gioia G.³, La Rosa S.¹, Pellegrino A.¹, Patanè C.¹

valeria.cavallaro@cnr.it

¹IBE-Istituto di BioEconomia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, sede di Catania via Gaifami, 18, 95126 Catania, Italia

²Di3A - Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

³Azienda agricola Piricò Maria Pia, Contrada Chibbo' - 93010 Marianopoli (CL)

La coltivazione della canapa presenta innegabili vantaggi sia ambientali che agronomici in quanto la pianta è caratterizzata da un'elevata rusticità che le consente di adattarsi a diversi tipi di terreno, lascia abbondanti residui colturali aumentando la dotazione di sostanza organica, è moderatamente tollerante la salinità nell'acqua d'irrigazione, non richiede diserbo per il suo rapido insediamento e, infine, le sue profonde radici migliorano il terreno, favorendo la capacità di ritenzione idrica, la tessitura e il trasporto delle sostanze nutritive dagli strati profondi a quelli più superficiali. Tutte queste caratteristiche la rendono adatta alle rotazioni anche nelle aree interne del Meridione d'Italia. I prodotti ricavabili dalla canapa sono di alta qualità: la biomassa contiene la più elevata percentuale di cellulosa fra tutte le piante da fibra e i suoi semi hanno interessanti proprietà nutrizionali. L'olio costituisce quasi il 30% del peso dei semi e possiede un elevato valore nutrizionale per l'alto contenuto di acidi polinsaturi essenziali, di vitamine e di aminoacidi. I semi di canapa contengono anche il 25% di proteine e nove aminoacidi essenziali. La recente reintroduzione in Italia della coltivazione ha comportato, tuttavia, la dipendenza dei nostri produttori dalle ditte sementiere europee per l'acquisto di seme certificato a basso contenuto di tetraidrocannabinolo (THC), così come previsto dalla legislazione vigente. Ciò comporta spesso, soprattutto per le aziende più piccole, difficoltà nell'approvvigionamento del seme e ritardi nelle consegne dello stesso e quindi nelle semine. L'acquisto del seme nell'annata precedente o con largo anticipo sulle semine potrebbe ovviare a taluni di questi inconvenienti, ma la conservazione a temperatura ambiente è resa particolarmente difficile dalla rapida perdita di germinabilità dei semi, caratteristica comune a molti semi oleosi. In questo contesto, nell'ambito del progetto FISICA finanziato dalla regione Siciliana, sono state avviate delle prove volte a valutare l'effetto di temperature diverse di conservazione (5, 15 e 30°C) sulla germinazione dei semi di due tra le varietà più note ('Futura 75' e 'Uso 31'). Le prove di germinazione sono state effettuate a cadenza mensile a partire dal mese di luglio (germinabilità delle due varietà ~80%). I primi risultati consentono di affermare che, nella media delle due varietà, a circa 9 mesi dall'inizio della prova, la percentuale di germinazione si è ridotta del 5% con la conservazione a 5°C, del 62% per effetto della conservazione a 15°C e del 29% per effetto della conservazione a 30°C. Le prove effettuate hanno evidenziato pertanto l'efficacia della conservazione dei semi a 5°C ai fini del mantenimento nel tempo di una buona capacità germinativa del seme.

Parole chiave: canapa, temperatura conservazione semi, germinazione.

Effetto dei metaboliti prodotti da *Pantoea agglomerans* sulla regolazione epigenetica della radicazione avventizia in *Pyrus communis* var. *Dar Gazi*

Medori G.¹, Luziatelli F.², Valerio C.¹, Gatti L.¹, Melini F.², Ficca A.G.², Mancinelli R.¹, Ruzzi M.², Muleo R.¹

rmuleo@unitus.it

¹Department of Agricultural and Forestry Sciences (DAFNE), University of Tuscia, Viterbo, Italy

²Department for Innovation in Biological, Agrofood and Forest Systems, University of Tuscia 3 (DIBAF), Viterbo, Italy 4

La propagazione agamica richiede l'evento chiave dello sviluppo di radici avventizie da tessuti epigei. Per stimolare la radicazione avventizia (RA) sia nei sistemi di propagazione *in vivo* che in quelli *in vitro* sono impiegati composti auxinici. Studi hanno evidenziato che lo sviluppo delle RA richiede una modifica nell'espressione di geni, tra cui l'attivazione di quelli regolati dalle auxine in cellule che abbiano acquisito la competenza. Nelle cellule la competenza è regolata da fattori endogeni ed esogeni, ad esempio in una talea la capacità di radicazione è fortemente vincolata allo stato fisiologico (tempo di prelievo) dalle piante madri delle marze. La micropropagazione svincola l'evento di RA dal fattore temporale grazie all'isolamento degli espianti dagli eventi ambientali che regolano lo stato fisiologico della pianta ed inoltre si avvale di stimoli auxinici specifici. Oltre allo stimolo auxinico, la trascrizione genica che controlla la RA è legata a molteplici fattori endogeni ed esogeni quali la luce, la temperatura, lo stress ossidativo e la nutrizione minerale. La trascrizione genica è associata anche ad eventi epigenetici con funzione di regolazione post trascrizionale di proteine funzionali, determinandone sia un aumento sia una riduzione delle stesse. Da tempo si sta diffondendo, anche nel settore vivaistico, l'uso di biostimolanti di origine vegetale o da altri organismi. Questi sono un insieme di molecole quali ormoni, peptidi e/o metaboliti secondari che regolano la crescita e lo sviluppo delle piante. L'esometaboloma di ceppi promotori della crescita (PGP) ascrivibili alla specie *Pantoea agglomerans* contiene quantità significative di auxine (acido indolo-3-acetico) e molecole auxina-simili che promuovono la RA in specie arboree da frutto. L'obiettivo di questo lavoro è stato quindi quello di valutare, *in vitro*, l'azione delle auxine prodotte da *Pantoea agglomerans* ceppo C1, sulla RA di microtalee di *Pyrus communis* cv *Dar Gazi* utilizzando come confronto l'effetto dell'acido indolo-3-butirrico (IBA). In particolare, le analisi hanno riguardato l'espressione degli small-RNA (miRNA) 156, 160 e 167, con tecniche di qRT-PCR, per definire se anche gli elementi epigenetici risultassero regolati dai metaboliti del batterio. Inoltre, l'analisi ha riguardato i principali parametri fisici dei campioni, dei tempi di radicazione. Il trattamento con auxine da *P. agglomerans* ha indotto un'apparizione delle radici avventizie in tempi minori e con una morfologia differente rispetto al trattamento con IBA applicato singolarmente. L'analisi dell'espressione genica ed epigenetica, invece, ha evidenziato una condivisione parziale delle vie di regolazione tra le microtalee trattate con auxine batteriche e con IBA.

Parole chiave: Micropropagazione, *Pyrus communis*, Radicazione avventizia, Trascrizione genica auxine, miRNA epigenetica, *Pantoea agglomerans*.

L'innesto per l'ecosostenibilità e l'innovazione della coltivazione del pomodoro

Argento S.¹, Malgioglio G.², Melilli M.G.¹, Branca F.²

sergio.argento@cnr.it

¹Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la BioEconomia (CNR-IBE, Sede Secondaria-Via P. Gaifami, 18 - 95126 Catania,)

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A Università Degli Studi di Catania, via Valdisavoia, 5 - 95123 Catania)

Il pomodoro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) rappresenta per l'orticoltura italiana una tra le specie più diffuse per superficie investite e produzione. La sua importanza socio-economica stimola l'attenzione della ricerca, rivolta a trovare soluzioni alle problematiche legate alla gestione fitosanitaria e alla produzione in termini qualitativi e commerciali. La specie dispone di un ampio panorama varietale che trova larga rappresentazione nella serricoltura mediterranea, mentre la coltivazione in pien'aria presenta ancora ampi margini di rinnovamento. Le modeste resistenze ai parassiti tellurici di cui sono dotati alcuni ecotipi locali o cultivar a bacche diversamente colorate costituiscono ostacoli alla loro diffusione nonostante trovino spesso il consenso dei consumatori in virtù delle pregiate caratteristiche organolettiche scoraggiando, inoltre, la coltivazione in biologico. L'individuazione di portinnesti per superare tali ostacoli rappresenta una strategia agronomica utile per la loro diffusione e per l'ampiamento dell'offerta produttiva. A tal fine, sono state valutate le prestazioni agronomiche e qualitative di un ecotipo locale di pomodoro da mensa 'Belmonte Calabrese Rosa' (Italia Agricoltura) e di una cultivar tradizionale 'Marmande' (R. La Rosa), caratterizzate da bacche di grossa pezzatura innestate su tre portinnesti 'Securforce F₁' (Agrisem sementi), 'Unifort F₁' (De Ruiter sementi) ed

'Interpro F₁' (Vilmorin sementi) e coltivate in pien'aria (1,25 piante m⁻²) in biologico. 'Securforce F₁' è stato valutato anche su due cultivar distinte per tipologie e colorazioni delle bacche: 'Green Tiger' (pizzutello ovale allungato con bacche di lunghezza fino a 5 cm e 30 g di peso, giallo dorato a strisce verdi e polpa giallo verdastra) e 'Teton De Venus' (mini plum di lunghezza 7-8 cm e 50-60 g di peso a frutti gialli ovali) e su tre accessioni della collezione di germoplasma del Di3A UNICT denominate 'TE 1731' - 'TE 1936' - 'TE 1945, appartenenti alla tipologia tondo liscio di pezzatura media con peso compreso tra i 50-70 g e colorazione delle bacche dal verde al viola durante la maturazione, diventando quasi nere a fine ciclo grazie all'elevato contenuto in antociani. Tutti i materiali genetici allo studio hanno evidenziato interazioni positive sulle rese per effetto dell'innesto. L'impiego di 'Unifort F₁' ha raddoppiato le rese di Belmonte (203 q/ha) e Marmande (254 q/ha), quest'ultimo apparso in generale il più produttivo. I modesti livelli di infestazione del testimone non hanno evidenziato appieno gli effetti dell'innesto. Le cultivar a frutti piccoli hanno evidenziato rese prossime ai 200 q/ha. Tra i parametri qualitativi delle bacche (colore, dimensioni, numero di logge, contenuto in sostanza secca e solidi solubili) non sono state registrate influenze significative per effetto dell'innesto, 'Green Tiger' ha fatto registrare il più elevato contenuto in solidi solubili (8,5 °Bx).

Parole chiave: colorazione bacche, innesto, tipologie, resa, qualità.

Micropropagazione della specie *Iris pallida* tramite embriogenesi somatica da foglie e rigenerazione da apici vegetativi

Meucci A.¹, Maggini R.², Chietera G.³, Trivellini A.¹, Malorgio F.², Pezzarosa B.⁴, Mensuali A.¹
annalisa.meucci@santannapisa.it

¹Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italia

²Dip.Sc.Agrarie, alimentari ed agroambientali, Università di Pisa, Via del Borghetto, 80, 56124Pisa.

³LMR Naturals by IFF (International Flavors & Fragrances SAS) 18/20 avenue Joseph Honoré Isnard, Parc Industriel des bois de Grasse, 06130 Grasse, France.

⁴Institute of Ecosystem Study, Italian National Research Council (CNR), Pisa, Italy.Via Moruzzi, 1 56124 Pisa

L'Iris, che da decenni caratterizza l'economia di piccole e medie aziende agricole Toscane, è una delle specie rustiche più rappresentative del paesaggio mediterraneo. La sua essenza dal tipico odore di violetta è ampiamente utilizzata nel settore della profumeria; tra le specie di Iris, le più coltivate a tal scopo sono *I.pallida* ed *I.germanica*. La specie *I.pallida*, nello specifico, è particolarmente richiesta sia sul mercato nazionale che europeo per il suo elevato contenuto di ironi, composti chetonici responsabili delle caratteristiche dell'essenza. Uno degli aspetti critici della sua coltivazione è il metodo di propagazione vegetativa, tradizionalmente condotto tramite trapianto dei rizomi, che non consente di ottenere un numero di piante sufficiente ad incentivarne la coltivazione. Lo stato dell'arte indica come metodo più efficace la propagazione in vitro tramite embriogenesi somatica, utilizzando come tessuto di partenza componenti del fiore immaturo. Tuttavia, l'utilizzo del fiore immaturo presenta limiti di stagionalità che inficiano i tempi di realizzazione della coltivazione in vitro. Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare l'efficacia dell'utilizzo di tessuti alternativi per la propagazione di piante di *I.pallida*, testando la tecnica dell'embriogenesi somatica partendo da tessuti fogliari e la rigenerazione da apice vegetativo. Gli esperimenti sono stati condotti su piante di *I.pallida* varietà RQ, fornite dall'industria francese specializzata in produzione di profumi "International Flavors and Fragrances" (IFF) con cui è stata avviata una collaborazione; le piante sono state coltivate su substrato i5+, composto da macro e microelementi del substrato MS, saccarosio, vitamina Gamborg B5, GSH, BA e NAA, e subcolturate ogni 30 giorni. Trascorsi cinque mesi le piante hanno mostrato un tasso di moltiplicazione mensile pari a 2.9, che rende possibile ottenere in media 35 piante/anno da una singola pianta. Dalle porzioni basali di foglie di piante micropropagate sono stati prelevati tessuti di piccole e grandi dimensioni che sono stati coltivati su un mezzo di induzione del callo, denominato i1A, caratterizzato da 1 mg/L di Kinetina e 1 mg/L di 2,4-D. Dopo un mese, circa il 16% degli espianti di piccole dimensioni ha prodotto callo giallo embriogenetico, mentre per le porzioni grandi la percentuale è risultata pari al 22%. La prova di micropropagazione tramite apici vegetativi, prelevati da piante coltivate in campo, è stata condotta tramite un'iniziale disinfezione delle piante con EtOH al 70% ed NaClO al 20% ed un'ulteriore disinfezione degli apici fogliari con NaClO al 5% e PPM al 2%. Gli apici sono stati infine trasferiti su mezzo i5+ ed hanno mostrato, a distanza di 21 giorni, una percentuale di sopravvivenza pari al 90%.

Parole chiave: *Iris pallida*, micropropagazione, embriogenesi somatica, rigenerazione.

Micropropagazione di *Juglans microcarpa* Berland., un promettente portinnesto per il controllo di *Phytophthora cinnamomi* in *J. regia*

Urbinati G., Gentile A., Lucioli S., Caboni E.

emilia.caboni@crea.gov.it

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria. Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA), via di Fioranello, 52 - 00134 Roma

Nell'ambito del progetto finanziato dal Mipaaf "Valutazione di portinnesti per la tolleranza/resistenza a *Phytophthora* e *Black-line* e valorizzazione di varietà di *Juglans regia* compatibili" (PORT.NOC), il CREA-OFA, sede di Roma, si è occupato della definizione di protocolli di micropropagazione di genotipi di *J. microcarpa* Berland., specie originaria del Nord America, attualmente diffusa nelle aree ripariali negli Stati Uniti sudoccidentali (Zhu et al., 2019). Recenti studi indicano questa specie e i suoi ibridi (*J. microcarpa* x *J. regia*) come tra i migliori portinnesti per la resistenza a *P. cinnamomi* (Browne et al., 2015; Knipfer et al., 2020), potenzialmente interessanti anche per la possibile tolleranza a *Black-line* (Ferretti et al., 2017).

Per l'allestimento della coltura *in vitro*, gemme ascellari prelevate da piante madri mantenute presso l'azienda del CREA-FL, sede di Roma, sono state decontaminate con etanolo al 70% e ipoclorito di sodio diluito. Effettuato l'allestimento, nella fase di moltiplicazione è stato valutato l'effetto del tipo e della concentrazione di citochininina, applicando 3 diverse concentrazioni (0.5, 2.0 and 3.0 mg/L) di meta-Topolina (mT), una citochininina di origine naturale, o di 6-benziladenina. Il più alto tasso di moltiplicazione e la migliore qualità dei germogli sono stati ottenuti con mT. Per la rizogenesi delle microtalee, fase particolarmente critica nella coltura *in vitro* del noce, è stato utilizzato nella fase di induzione un terreno DKW modificato (McGranahan et al., 1987) o MS (Murashige e Skoog, 1962), con concentrazione di sali intera o ridotta, e 2 concentrazioni di saccarosio (20 e 40 g/L). Per la fase di induzione, sono state, inoltre, applicate varie concentrazioni di IBA (da 3 a 5 mg/L) per periodi da 5 a 20 giorni, mantenendo le microtalee al buio. Alla fine del periodo di induzione, le microtalee sono state trasferite alla luce, in un terreno simile alla fase precedente ma privo di auxine. Il miglior risultato (60%) di radicazione è stato ottenuto utilizzando DKW con sali ridotti, 20 mg/L di saccarosio e 3 mg/L di IBA. Anche la lunghezza del periodo di applicazione dell'auxina e del trattamento di buio sono risultati determinanti per la rizogenesi. Altri studi sono in corso per ottimizzare ulteriormente il protocollo e trasferirlo ad altri genotipi di *J. microcarpa*.

Parole chiave: acido indolbutirrico, induzione rizogena, meta-Topolina, moltiplicazione.

Micropropagazione di *Olea europaea* L.: ulteriori indagini sull'effetto dell'olio di neem sulla proliferazione di germogli di 'Moraiolo'.

Micheli M.¹, De Cesaris M.¹, Facchin S.L.¹, Fernandes da Silva D.²

maurizio.micheli@unipg.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX giugno 74, 06121 - Perugia

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brazil

Sebbene la coltivazione dell'olivo (*Olea europaea* L.) sia praticata da secoli nel bacino del Mediterraneo, ancora oggi le tecniche di propagazione massale per la produzione di giovani astoni mostrano alcuni limiti di produttività rispetto alle richieste del mercato. Tuttavia, se è vero che le colture *in vitro* sono ormai affermate in campo vivaistico per numerose altre specie, la micropropagazione dell'olivo non è ancora praticata diffusamente a livello commerciale per diversi motivi, tra cui la difficoltà di individuare protocolli specifici per i diversi genotipi e anche per le problematiche legate alla ricerca di valide alternative alla zeatina. Allo scopo di risolvere o limitare quest'ordine di problemi, numerosi tentativi sono stati effettuati per migliorare la capacità rigenerativa degli espianti di olivo e, così, per ridurre il costo unitario dei nuovi germogli prodotti. Recentemente sta crescendo l'interesse intorno all'uso di sostanze naturali (biostimolanti, biofortificanti, molecole bioattive, ecc.), che addizionate ai terreni nutritivi sembrano essere in grado di incrementarne direttamente o indirettamente l'efficacia. In tal senso, l'obiettivo di questo studio è stato quello di cercare di aumentare le conoscenze acquisite in precedenti esperienze, in merito all'uso di olio di neem come integratore del substrato di moltiplicazione della cultivar Moraiolo. Questa sostanza è il prodotto dell'estrazione dei semi di *Azadirachta indica* (A. Juss.) ed è ben conosciuta in molti Paesi per la sua valenza di fertilizzante, ammendante del terreno e antiparassitario nelle colture agricole. Al termine degli esperimenti condotti, l'aggiunta di 0,1 ml l⁻¹ di questo "complex mixture" alla composizione del terreno di coltura ha migliorato significativamente la micropropagazione di 'Moraiolo', consentendo anche di limitare l'uso di zeatina, combinata ad esso in differenti concentrazioni.

Parole chiave: olivo, colture *in vitro*, *Azadirachta indica*, zeatina, vigoria.

Organogenesi avventizia e mutagenesi indotta per lo sviluppo di poliploidi in mirtillo gigante

Marangelli F., Lupo M., Cristofori V., Minandri A., Silvestri C.

silvestri.c@unitus.it

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE) – Università della Tuscia, Via San Camillo De Lellis, s.n.c.

Il mirtillo gigante (*Vaccinium corymbosum* L.), con le sue ottime caratteristiche nutraceutiche e organolettiche, rappresenta una eccellenza alimentare oltre ad essere fonte di reddito alternativo e di diversificazione colturale. Il panorama varietale del mirtillo conta numerose cultivar ma, tuttavia, la ricerca di nuovi genotipi adattabili alle diverse condizioni pedoclimatiche rimane uno degli obiettivi principali del miglioramento genetico. L'ottimizzazione di protocolli di organogenesi avventizia, efficienti e riproducibili, è alla base del miglioramento genetico mediato dalla coltura *in vitro*. Nel presente lavoro sono state condotte prove finalizzate allo studio della induzione di poliploidia attraverso l'impiego di mutageni chimici, orizalina e colchicina, allo scopo di studiare la risposta degli espianti utilizzati. Dalle prove effettuate con colchicina sono stati ottenuti circa 200 rigenerati con una alta variabilità fenotipica. Inoltre, al fine di accelerare lo screening dei nuovi genotipi, è stata messa a punto la tecnica per l'estrazione dei nuclei e l'analisi del livello di ploidia mediante l'impiego della citometria a flusso. L'orizalina, al contrario, ha mostrato effetti di fitotossicità anche a concentrazioni molto basse, e quindi risulta un mutagene non adatto per l'induzione di poliploidia in mirtillo.

Il raddoppiamento cromosomico somatico porta spesso alla produzione di mixoploidi che costituiscono materiale di scarso interesse per il miglioramento genetico. Tuttavia, l'alto potenziale morfogenetico che manifestano alcune varietà di mirtillo gigante ci ha permesso di mettere a punto un metodo efficiente per l'isolamento di citotipi diploidi e tetraploidi anche a partire da materiale mixoploide.

Parole chiave: *Vaccinium corymbosum* L., organogenesi avventizia, colchicina, orizalina, mixoploidia.

Preliminary study on the effect of 22(S), 23(S) homobrassinolide on *in vivo* rooting of ornamental shrubs in peat-free substrate

Nesi B.¹, Traversari S.¹, Cacini S.¹, Di Lonardo S.², Massa D.¹

beatrice.nesi@crea.gov.it

¹CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Via dei Fiori 8, 51017, Pescia (PT), Italia

²Research Institute on Terrestrial Ecosystems-National Research Council (IRET-CNR), via Madonna del Piano 10, 50019, Sesto Fiorentino (FI), Italia

Studies on the use of peat-free growing media to grow potted ornamental plants are nowadays increasing, due to environmental concerns around the exploitation of peat. However, few studies focus on the substrate mixture used in the cutting production, which, together with the choice of hormone to promote the development of roots, are the key elements for a successful propagation phase. The most important features required for substrate used for rooting cutting are porosity and water retention. Moreover, the development and quality of cuttings is influenced by the source material characteristic, irrigation management, and phytohormone type. To promote the formation and development of adventitious roots, synthetic hormones (suitable concentrations of auxine and cytokinins) or fitormones (brassinosteroids) are often applied, although their use can produce opposite effects on different species. As example, the formation of adventitious root in hypocotyl cuttings of mung bean is promoted by auxin and inhibited by brassinosteroid, while in soybean very low concentration of 24-epibrassinolide stimulated adventitious root formation. With the aim of evaluate the effect of brassinosteroids on rooting, cutting from two ornamental Mediterranean commercial shrubs, *Prunus laurocerasus* L. and *Crataegus pyracantha coccinea* L. plants were sampled at the end of November and rooted on a free-peat substrate, containing coconut coir dust:pumice 70:30 v v-1. For each species, 12 cm-leafed-cuttings (with 4-6 leaves) were prepared and treated through the immersion of cutting portions of 1 cm for 5 seconds in: a) 4000 ppm of both indole-3-butyric acid (IBA) and 1-naphthaleneacetic acid (NAA); b) 5 ppm 22S,23S-homobrassinolide (SSHB); c) 25 ppm 22S,23S-homobrassinolide (SSHB); d) water (without hormones; control treatment).

A half of treated cuttings (120 cuttings) was maintained in a greenhouse in alveolar containers equipped with a fog system for 120 days, while the other half was collected in different periods (0, 8, 32, and 115 days after cutting preparation) and subjected to protein extraction and analysis, to obtain more information concerning ornamental shrub rhizogenesis. At the end of the trial (after 120 days) each treatment was evaluated in term of rooting percentage, fresh and dry root weight, length, and root area. In *C. pyracantha coccinea* cuttings treated with SSHB had similar growth of cuttings treated with auxins, while some biomass parameters highlighted better performance of auxins compare with SSHB for *P. laurocerasus* rooting. Generally, the data showed that SSHB had a positive influence on the formation of lateral roots, but the response was genotype and SSHB concentration dependent.

Keywords: cutting production, clonal propagation, auxin, brassinosteroids, coconut coir dust.

Produzione sementiera di alta qualità in agricoltura biologica di varietà di cavolo broccolo (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) e cavolfiore (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*)

Infurna G.M.¹, Nigro S.², Lefebvre du Prey V.², Treccarichi S.¹, Malgioglio G.¹, Felis M.D.¹, Branca F.¹

matteo.infurna@outlook.it

¹Università degli studi di Catania (Di3A), via Valdisavoia 5 95123, Catania

²ITAKA SRL, VIA Montenapoleone 8, 20121, Milano

La produzione di seme certificato in biologico è un aspetto fondamentale al fine di garantire un elevato grado di qualificazione e purezza delle sementi e elevate rese in uno scenario di cambiamenti climatici già in atto. A tal fine, il presente lavoro svolto nell'ambito del progetto H2020 Bresov (Breeding for Resilient, Efficient and Sustainable Organic Vegetable Production), ha valutato strategie alternative di nutrizione per l'orticoltura biologica. La prova sperimentale è stata effettuata in un'azienda certificata in agricoltura biologica situata a Vittoria (RG) (37°00'09.7''N; 14°34'45.4''E). Lo studio prevedeva l'utilizzo di un protocollo di nutrizione organica (IP Itaka protocol) applicato su otto genotipi di cavolo broccolo (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) e di cavolfiore (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) selezionati dalla sezione di orto-floricoltura del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) dell'Università degli studi di Catania. Il disegno sperimentale adottato prevedeva tre tesi in cui il primo fattore sperimentale era rappresentato dalla nutrizione organica applicata a tre differenti dosi (IP0 0 g L⁻¹; IP1 1,5 g L⁻¹; IP2 3,0 g L⁻¹) con l'utilizzo di due formulati commerciali forniti da Itaka s.r.l. denominati Ammino complex extra[®] e 3KO[®] mentre il secondo fattore sperimentale era rappresentato dai genotipi esaminati. Le diverse tesi erano costituite da tre repliche di quattordici piante per genotipo disposte a blocchi randomizzati. Le piante sono state trapiantate nella prima decade di novembre a una densità colturale di 4 piante m⁻², su singole file distanziate 0.50 m l'una dall'altra. Durante il ciclo biologico sono stati monitorati i diversi stadi di crescita delle piante con l'utilizzo delle scale fenologiche (BBCH). A fine ciclo colturale è stata svolta la caratterizzazione delle piante facendo riferimento ai principali parametri morfologici dettati dai descrittori (IBPGR) per le specie in questione e, per ogni tesi, sono state rilevate le componenti della resa in seme. Alcuni campioni di semi, prodotti dalle diverse parcelle, sono stati utilizzati per le prove di germinazione al fine di valutare la germinabilità, il tempo medio di germinazione (TMG) e il coefficiente di uniformità di germinazione (CUG) dei genotipi analizzati. I diversi genotipi hanno mostrato un aumento significativo della resa in seme all'applicazione delle tre dosi di nutrizione passando da una produzione di 2,07 q/ha prodotto dall'IP0 (testimone) a una produzione di 2,69 q/ha per l'IP1 e di 3 q/ha per l'IP2. Lo scopo del lavoro è mostrare come l'applicazione di un protocollo di nutrizione adeguato può interagire con i diversi genotipi dando un contributo aggiuntivo nella produzione sementiera di alta qualità in regime biologico.

Parole chiave: Brassicaceae, sostenibilità, nutrizione organica, genotipo, produzione sementiera.

Produzione sementiera di *Solanum lycopersicum* in coltura biologica

Treccarichi S.¹, Infurna G.M.¹, Di Bella M.C.¹, Malgioglio G.¹, Branca F.¹

simone.treccarichi@phd.unict.it

Università di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), via Santa Sofia, 100

La produzione sementiera di pomodoro (*Solanum lycopersicum*) è una tematica fondamentale per l'agricoltura biologica in quanto è necessario, per sostenere cicli produttivi, generare individui produttivi che garantiscano una elevata resa e qualità della semente in un contesto colturale sostenibile.

Nel presente lavoro sono state valutate tre diverse dosi sperimentali di fertilizzante organico su otto genotipi di pomodoro costituiti da *Amish pasta*, *Noire de Crimée*, *Berner rose*, *De Penjar moradeta*, *Pera d'Abruzzo*, *Pilu*, *Byelsa F1*, *Fedele F1*.

La prova è stata condotta in un'azienda sperimentale, privata, certificata biologica nell'area di Comiso (RG) (37°00'09.7" N; 14°34'45.4" E) denominata Itaka SRL.

Lo schema sperimentale predisposto prevede ha preso in considerazione il protocollo di nutrizione quale fattore principale e il genotipo quale fattore di secondo ordine; sono state adottate tre ripetizioni di quattordici piante per genotipo in parcelle suddivise per ciascuna delle tesi.

I fertilizzanti organici utilizzati, prodotti e commercializzati da Itaka SRL, sono denominati *Amminocomplex extra*, costituito da una miscela di aminoacidi, e *3KO*, costituito da funghi micorrizici quali *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum* e *T. atroviridae*.

I tre protocolli di nutrizione organica in considerazione sono denominati *Itaka protocol* (IP) e sono stati predisposti utilizzando *3KO* 5 kg ha⁻¹, *Amminocomplex extra* 80 kg ha⁻¹ (IP1), *3KO* 10 kg ha⁻¹, *Amminocomplex extra* 160 kg ha⁻¹ (IP2) ed il controllo rappresentato da 0 kg ha⁻¹ di ambedue i prodotti (IP0).

Il sesto di impianto utilizzato prevede la distanza di 1 m tra le file e 0,5 m tra le piante sulla fila con una densità colturale di 4 piante m⁻². Prima del trapianto, effettuato il 18 giugno 2020, il terreno è stato fertilizzato con 140 kg ha⁻¹ N, 123 kg ha⁻¹ P, 105 kg ha⁻¹ K. Durante la crescita delle piante sono state segnalate le date relative alle fasi fenologiche riguardanti l'emissione di foglie nuove, di getti ascellari, emergenza degli abbozzi fiorali, fioritura e sviluppo dei frutti.

Alla raccolta, sono stati registrati il numero, la resa in frutti e la resa in seme relativamente alle tre tesi prese in esame ed i semi sono stati analizzati presso il laboratorio UNICT delle colture ortofloricole.

L'analisi dei semi ha previsto lo studio dei parametri bio-morfometrici quali diametro longitudinale, trasversale e il peso di 1000 semi e la predisposizione di test di germinazione su piastre Petri (50 semi piastra⁻¹) per valutare la germinabilità della semente, il percentuale di semi non germinati, tempo medio di germinazione e coefficiente di uniformità di germinazione.

Per ogni tesi presa in esame si è assistito ad un incremento del numero, della resa in frutti e della resa in seme in relazione al protocollo di nutrizione utilizzato e al genotipo.

Parole chiave: agricoltura biologica, sostenibilità, pomodoro, resa in seme.

Ruolo dello zucchero e del gelificante nella capacità rigenerativa di *Citrus*

Pappalardo H.¹, Ciacciulli A.¹, Poles L.^{1,2}, Salonia F.^{1,2}, Licciardello C.¹

conchetta.licciardello@crea.gov.it

¹CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (Catania)

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania, Italia

La micropropagazione è una tecnica di propagazione usata nella abituale produzione di nuovi tessuti *in vitro*. Il Saccarosio e l'agar sono rispettivamente lo zucchero e l'agente gelificante più comunemente utilizzati nel Murashige and Skoog (MS) *medium* per la crescita e rigenerazione *in vitro*.

Per far fronte alla lentezza osservata nella crescita *in vitro* di alcune varietà di agrumi e al rischio di contaminazione nell'attesa della produzione dei germogli, sono stati testati differenti zuccheri come componenti del terreno di crescita ed è stato valutato l'effetto del gelificante sulla produzione e dimensione di nuovi germogli. Nello specifico, sono stati utilizzati Glucosio, Fruttosio, Galattosio, Sorbitolo, Lattosio, Mannitolo, Saccarosio addizionati al terreno MS contenente la metà del Saccarosio normalmente utilizzato nella micropropagazione di epicotili della varietà di arancio dolce 'Doppio Sanguigno' posti in linfabox. Come agente gelificante è stato utilizzato *plant agar* e *phytagel*. Dopo otto settimane è stato valutato il numero di espianti che ha dato germogli, il numero di germogli totali e il numero di espianti con germogli aventi un'altezza maggiore di 1 cm e maggiore di 2 cm.

I differenti zuccheri non hanno influenzato significativamente il numero di espianti produttori germogli; di contro, si è osservato un significativo aumento del numero di germogli rigenerati dal singolo espianto. Tra tutti, il Mannitolo ha prodotto una bassa percentuale (59%) di germogli totali rigenerati dagli espianti rispetto agli altri zuccheri, che hanno riportato mediamente una percentuale del 146%. Questo potrebbe confermare l'incapacità del 'Doppio Sanguigno' di metabolizzare il Mannitolo. Si ipotizza che l'uso di un transgene per complementare questa via metabolica potrebbe essere utilizzato come *marker* di selezione durante le trasformazioni mediate da *Agrobacterium tumefaciens*, sostituendo l'utilizzo dell'antibiotico, che è noto rallentare la crescita dei germogli, anche se trasformati.

Di contro, l'utilizzo dei due gelificanti non ha influenzato statisticamente la produzione del numero di germogli, bensì la loro crescita. Il 52% dei germogli cresciuti in *phytagel* ha mostrato un'altezza maggiore di 1 cm, mentre il 33% ha riportato un'altezza maggiore di 2 cm; diversamente nel substrato con agar è stata osservata una crescita di germogli maggiore di 1 e 2 cm di altezza nel 24% e nel 5%, rispettivamente.

Questi dati preliminari mostrano come l'utilizzo del *phytagel* può considerarsi utile al fine del rapido allungamento dei germogli da utilizzare negli step successivi di micropropagazione o di innesto del germoglio, come già mostrato in banana.

Parole chiave: rigenerazione, zucchero, gelificante, Mannitolo, *phytagel*.

Standardizzazione di un protocollo *in vitro* per la germinazione di semi di *Rubus idaeus* L.

Pergolotti V., Marcellini M., Capocasa F., Mezzetti B., Sabbadini S.

v.pergolotti@pm.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

Uno dei principali problemi legati al miglioramento genetico del lampone (*Rubus idaeus* L.) è rappresentato dal basso tasso di germinabilità dei semi. I semi di lampone presentano una doppia dormienza, dovuta, allo spesso strato dell'endocarpo, che risulta impermeabile all'aria e all'acqua, impedendo così l'avvio dei processi biochimici e fisiologici al suo interno, necessari per l'accrescimento dell'embrione. L'efficienza di germinazione dei semi di lampone è solitamente migliorata attraverso protocolli di scarificazione chimica seguiti da una lunga fase di stratificazione del seme (dai 3 ai 4 mesi), a basse temperature e in ambiente umido. Tali protocolli richiedono lunghi tempi di attesa che si ripercuotono negativamente nei programmi di miglioramento genetico, e sono spesso associati a basse percentuali di germinabilità. Come metodo alternativo alla scarificazione chimica, è stato ottimizzato un protocollo di germinazione di semi di lampone *in vitro* che ha portato ad alte percentuali di germinazione con ridotti tempi di attesa, a confronto con un protocollo standard di scarificazione.

Sono stati applicati differenti tipi di taglio sulla superficie dei semi dopo essere stati precedentemente idratati e sterilizzati con HClO al 2% per 24 ore: i) taglio trasversale a metà, applicando un taglio perpendicolare all'asse embrionale, ii) incisione longitudinale senza danneggiare l'embrione, iii) seme intero (controllo). I tre tipi di espianti sono stati seminati in petri con terreno di germinazione costituito da sali e vitamine MS (Murashige and Skoog, 1962) senza regolatori di crescita. Tutti i semi trattati e il controllo sono stati successivamente posti a differenti condizioni di temperatura e luce.

Tali trattamenti sono stati ottimizzati su due differenti varietà di lampone, e il protocollo più efficiente è stato applicato a 16 combinazioni d'incrocio ottenute dal programma di miglioramento genetico D3A dell'Università Politecnica delle Marche in collaborazione con Vivai Piante Battistini. Il tasso di germinabilità maggiore (fino al 89%), osservato solo dopo una settimana dalla semina, è stato ottenuto nei semi trattati con taglio a metà e posti a 24 °C con un fotoperiodo di 16 ore di luce e 8 ore di buio.

L'ottimizzazione del protocollo di germinazione con taglio *in vitro* garantisce la possibilità di valutare la quasi totalità del materiale derivante da breeding, riducendo significativamente i tempi di attesa.

Parole chiave: *Rubus idaeus* L., germinazione *in vitro*, scarificazione chimica, miglioramento genetico.

Sustainable substrates for agriculture from dredged remediated marine sediments: from ports to pots (LIFE 17 ENV/IT/000347)

Turchi A.¹, Tozzi F.¹, Antonetti M.¹, Prisa D.¹, Burchi G.¹, Castellani M.², Nin S.¹

gianluca.burchi@crea.gov.it

¹CREA – Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Via dei Fiori 8, 51017 Pescia (PT), Italy

²Flora Toscana Società Agricola Cooperativa, Via di Montecarlo 81, 51017 Pescia (PT), Italy

Sediments are dredged annually from harbours and waterways for ensuring proper and safe navigability, preventing flooding and reducing the pollution load of water bodies. In fact, sediments are a sink of inorganic and organic pollutants directly released into waters or reaching water-bodies through leaching and leakage. The relocation of dredged sediment in horticulture for crop cultivation and production appears challenging due to the possible transfer of contamination to soil, plant and humans, but at the same time could be a strategy for reducing the intensive use of peat in soilless culture. Aim of the SUB-SED project is to demonstrate that it is possible to convert a waste (the dredged marine sediment) into a supply (a commercial substrate) through the application of environmentally and economically sustainable practices. The sediment was dredged by Leghorn port and subjected to phytoremediation. The decontaminated sediment was then processed through three months landfarming, which enhanced the biological activity and proved to be successful for improving sediment physicochemical characteristics, except for bulk density and total organic carbon. The remediated sediment was mixed with different standard commercial growing media (i.e. peat, coconut fiber and wood fiber) in different proportions for soilless cultivation of non-food crop species (such as laurel, an evergreen ornamental with a very fast growing and plant development; calla lily and king protea, grown for cut flower and potted plant, respectively) and food crop species well adapted to the Mediterranean basin, but characterized by different growing seasons and agronomic requirements (such as citrus, olive, wild strawberry, blueberry and basil). Different water regimes were applied in order to evaluate their effect on plant growth and productivity in relation to the substrate mixtures tested. Morphometric, biochemical and physiological analysis were performed for quantitative and qualitative assessment of crop production and for plant stress detection.

Keywords: sustainability; peat-alternative substrates; horticulture; contaminants, circular economy.

Valutazione di diversi tipi di espianto in *Citrus* per la trasformazione mediata da *Agrobacterium tumefaciens*

Pappalardo H.¹, Ciacciulli A.¹, Poles L.^{1,2}, Salonia F.^{1,2}, Licciardello C.¹

concetta.licciardello@crea.gov.it

¹CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (Catania)

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

La trasformazione mediata da *Agrobacterium tumefaciens* rappresenta una strategia necessaria per la costituzione di agrumi modificati con attitudini migliorate. Oltre che per la costituzione di piante transgeniche, la trasformazione è indispensabile per l'utilizzo delle Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA) volte, ad esempio, alla produzione di agrumi arricchiti in sostanze antiossidanti. Le TEA devono però fare i conti con l'ottimizzazione di protocolli di rigenerazione e trasformazione per quelle varietà che si intendono migliorare, e che, generalmente, presentano una efficienza minore rispetto ai genotipi modello. Quindi il nostro obiettivo è individuare le migliori condizioni di rigenerazione e i tipi di espianti più adatti alla trasformazione di genotipi contenenti licopene o antocianine, pigmenti noti per le loro proprietà antiossidanti e la cui presenza nei frutti di agrume appare essere mutualmente esclusiva.

La rigenerazione, in via preliminare, è stata valutata su internodi di varietà di riferimento, in terreno Murashige & Skoog con concentrazioni differenti di ormoni di crescita: RMD1 1mg/L 6-benzilamino-purina (BAP), RMD2 1mg/L BAP e 0.5mg/L acido naftalenacetico (NAA), RMS1 3mg/L BAP, RMS2 3mg/L BAP e 0,5mg/L NAA. Il terreno con la percentuale di rigenerazione più alta, RMD1, è stato utilizzato per le prove di trasformazione.

I diversi tipi di espianti valutati per la trasformazione sono stati: (I) internodi eziolati di semenzali cresciuti *in vitro* per varietà con seme; (II) espianti di callo embriogenico derivante da ovuli non sviluppati cresciuti *in vitro* per varietà apirene o con pochi semi. Inoltre (III) per ridurre i tempi di crescita dei semenzali si è partiti da cotiledoni di semi maturi, (IV) in aggiunta a materiale semi-adulto come foglie di piante cresciute *in vitro* per 6-7 mesi. I germogli ottenuti sono stati prima posti in terreno selettivo (Kan 70mg/L Cefotaxime 400mg/L) in linfabox per garantire l'accrescimento e poi mininnestati su Carrizo.

Le trasformazioni sono tutt'ora in corso. Mentre i dati sulla rigenerazione hanno mostrato una percentuale di germogli rigenerati maggiore del 150% in espianti di callo embriogenico, sebbene pochi siano sopravvissuti in terreno selettivo risultando non trasformati. I cotiledoni di seme maturo hanno dato una percentuale di germogli rigenerati (13%) nelle prime 3 settimane post-trasformazione. Le foglie derivanti da materiale adulto hanno invece mostrato una scarsa capacità rigenerativa (8%).

Pertanto, l'elevata percentuale di rigenerati da cotiledoni sembra garantire una buona alternativa al classico utilizzo di internodi per le trasformazioni di agrumi, riducendo il tempo necessario per la trasformazione da 4 (1 mese crescita semenzali più 3 post trasformazione) a 2 mesi.

Parole chiave: rigenerazione, agrumi, internodi, callo embriogenico, cotiledoni.

Innovazione di prodotto e qualità

Analisi quali-quantitativa di frutti di arancio, pompelmo e pummelo caratterizzati dalla presenza di licopene

Salonia F.^{1,2}, Ciacciulli A.¹, Amenta M.¹, Pappalardo H.D.¹, Poles L.^{1,2}, Caruso M.¹, Russo G.¹, La Malfa S.¹, Licciardello C.¹

concetta.licciardello@crea.gov.it

¹CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (Catania)

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

Gli agrumi sono tra i frutti più apprezzati dai consumatori per la presenza di composti ad alto valore salutistico. Tra questi, le antocianine sono i pigmenti rosso-porpora tipici di numerose varietà di arancio dolce; il licopene invece determina la colorazione rosa di alcune varietà di arancio, pompelmo e pummelo. Le vie biosintetiche dei carotenoidi e del licopene sono state ampiamente descritte e caratterizzate in polpa, mentre non vi sono altrettante evidenze in flavedo e albedo. Quest'ultimo inoltre risulta occasionalmente colorato di rosa solo in alcuni genotipi.

È stata condotta una fenotipizzazione di accessioni di arancio dolce ('Navel cara cara', 'Vaniglia sanguigno'), pompelmo ('Star Ruby') e pummelo ('Da seme'), in collezione al CREA di Acireale, caratterizzate dalla presenza di licopene in polpa e albedo, e messe a confronto con accessioni non pigmentate dello stesso gruppo varietale/specie ('Navel cara cara nuc.', 'Vaniglia biondo', 'Duncan', 'Webber'). I frutti sono stati campionati durante le diverse fasi di accrescimento e maturazione (da Luglio 2020 a Febbraio 2021).

Il colore di polpa e albedo è stato misurato con il colorimetro X-Rite SP64. Le analisi statistiche preliminari del parametro "a" (che rappresenta lo spostamento da verde a rosso) evidenziano che la polpa e l'albedo dello 'Star Ruby' riportano valori più elevati rispetto sia al 'Duncan' sia alle altre varietà con licopene, con un massimo registrato nel mese di Settembre. Tra le arance, l'albedo del 'Vaniglia sanguigno' è decisamente più colorato rispetto sia al 'Vaniglia biondo', sia ad entrambi i Navel. Diversamente dal pompelmo, la gradazione verso il rosso di albedo e polpa del 'Vaniglia sanguigno' e della polpa di 'Navel cara cara' aumenta con la maturazione del frutto fino a raggiungere un picco nei mesi di Dicembre-Gennaio. Mentre in pompelmo e arancio la colorazione rosa di polpa e albedo appaiono correlate tra loro, in 'Pummelo da seme' la pigmentazione dell'albedo diminuisce gradualmente durante lo sviluppo del frutto, mentre quella della polpa raggiunge un picco a Novembre per poi decrescere.

Sono in corso analisi Real time PCR dei geni licopene b-ciclastasi (enzima coinvolto nella degradazione del licopene in a- e b-carotene) e di una *GTP-binding protein* putativamente coinvolta nel processo di accumulo del licopene e caratterizzata da un profilo allelico specifico nelle varietà di arancio dolce con licopene.

Il potenziale coinvolgimento di questi geni e la caratterizzazione chimica delle varietà in oggetto rappresentano le condizioni preliminari per comprendere i meccanismi genetici che consentono di sfruttare al meglio le tecnologie di evoluzione assistita volte alla produzione di frutti di agrumi arricchiti in licopene.

Parole chiave: *Citrus*, beta-ciclastasi, GTP-binding protein, polpa, albedo.

Biofortificazione della “Carota Novella di Ispica” mediante applicazioni fogliari di ferro o zinco

Buturi V.C.¹, Mauro R.P.¹, Sabatino L.², Distefano M.¹, Leonardi C.¹

camila.buturi@phd.unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, via Valdisavoia, 5 – 95123 Catania

²Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF), Università degli Studi di Palermo, viale delle Scienze, ed. 5, 90128 Palermo

La ‘fame nascosta’ rappresenta un rilevante problema globale, che si concretizza in un’assunzione di vitamine o minerali deficitaria rispetto ai normali fabbisogni nutrizionali. Gli ortaggi costituiscono un’importante fonte di tali costituenti alimentari. L’adozione di specifiche strategie volte all’incremento dei predetti componenti, quale la biofortificazione, può rappresentare una valida opzione allo scopo di esaltare le caratteristiche nutraceutiche dei prodotti e far fronte a specifiche carenze nutrizionali. La biofortificazione agronomica degli ortaggi, realizzata mediante apporti di elementi minerali, può essere pertanto uno strumento per apportare idonee quantità di componenti essenziali nella dieta umana attraverso il consumo di ortaggi. I fertilizzanti applicati per via fogliare spesso rappresentano una possibile opzione, in quanto l’assorbimento dei nutrienti da parte della pianta avviene per via cuticolare o stomatica, evitando così eventuali fenomeni di immobilizzazione nel terreno; rimane però la questione legata alla traslocazione degli elementi dalle foglie alle porzioni eduli. In considerazione di ciò, è stato condotto uno studio sulla biofortificazione della carota (*Daucus carota* L.); la scelta della coltura è derivata dall’ampio consumo e dall’elevato grado di qualificazione che interessa le produzioni siciliane in termini di caratteristiche organolettiche e calendario di offerta. Nello specifico lo studio, condotto in agro di Ispica (Sicilia Sud-orientale), ha valutato la risposta qualitativa dei fittoni di “Carota Novella di Ispica” cv. Dordogne ad applicazioni fogliari di ferro (Fe) o zinco (Zn), in forma chelata (Fe-DTPA o Zn-EDTA) o inorganica (FeSO₄ o ZnSO₄). Le piante hanno ricevuto quattro applicazioni (a cadenza quindicinale) di Fe o Zn con soluzioni acquose a concentrazioni dell’elemento pari a 6 mM. Le applicazioni fogliari di FeSO₄ hanno mostrato la maggiore efficacia nell’aumentare la concentrazione di Fe nei fittoni (+52%), mentre le applicazioni di Fe-DTPA non hanno fatto registrare differenze significative. Per quanto riguarda lo Zn, entrambe le forme hanno determinato un significativo effetto biofortificante; tuttavia, la forma chelata ha sortito i migliori effetti, avendo comportato incrementi del 94% nel contenuto di Zn nei fittoni, contro un aumento del 57% ottenuto con applicazioni di ZnSO₄. Significative differenze tra i trattamenti sono state riscontrate anche in seno alla composizione di macro- e meso-nutrienti ed ai principali caratteri morfometrici dei fittoni.

Ricerca effettuata nell’ambito di una convenzione con Irritec S.p.A.

Parole chiave: ferro, zinco, biofortificazione, *Daucus carota* L., concimazione, fame nascosta.

Caratteristiche bio-agronomiche di nuovi incroci di uva da tavola costituiti dal Gruppo Operativo per l'innovazione SicilGrape

Nicolosi E.¹, Ferlito F.², Distefano G.¹, Scollo F.¹, Luca L.¹, Puglisi D.¹, Rapisarda L.¹, Di Guardo M.¹, La Malfa S.¹, Las Casas G.², Gentile A.¹

elisabetta.nicolosi@unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania, Italia

²CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale, Italia

Il comparto della viticoltura da tavola in Sicilia è in rapida evoluzione ed alla ricerca di innovazioni di prodotto. Oggi i mercati richiedono varietà che producano uve senza traccia di seme, ben colorate, con acini allungati e croccanti, idonee alla conservazione; dal punto di vista agronomico si presta attenzione, inoltre, alla produttività ed alla facilità di gestione. Nel territorio siciliano la viticoltura da tavola a livello varietale si basa ancora su poche cultivar e l'esigenza di rinnovamento varietale è fortemente sentita. Da tale esigenza è scaturito il programma di breeding che l'Università di Catania sta sviluppando da alcuni anni in collaborazione con l'Organizzazione Produttori Agricoli Siciliani (OPAS) di Mazzarone. Da agosto 2020 questa attività è confluita nel progetto Innovitis, finanziato con la sottomisura 16.1 del Psr Sicilia 2014-2020 e realizzato dal Goi SicilGrape.

I primi incroci sono stati realizzati durante le fioriture del 2017 e del 2018 utilizzando sempre almeno un parentale apireno, con l'obiettivo di costituire genotipi, preferibilmente apireni, nel territorio e per il territorio, dotati di elevate caratteristiche organolettiche (colore, croccantezza, aroma, forma, potere salutistico), agronomiche (produttività, epoca di maturazione, resistenza a stress) e tecnologiche (shelf-life, consistenza della polpa e della buccia, resistenza alle lavorazioni e ai trasporti). Nei due anni di incrocio sono stati utilizzati 11 parentali in diversa combinazione tra loro, e sono state ottenute oltre 1000 ibridi. L'attività di incrocio è stata affiancata dall'utilizzo della tecnica dell'*embryo rescue* e della *marker assisted selection* per l'individuazione degli ibridi caratterizzati da apirenia. La maggior parte delle piante ottenute sono già innestate in campo e in fase di valutazione. Dai primi risultati ottenuti dalla valutazione in campo alcuni incroci sembrano promettenti per croccantezza, sapore, dimensione e forma degli acini, colore della buccia, forma del grappolo. Oltre il 21% delle piante ottenute e già in produzione, ha manifestato il carattere di apirenia totale, il 18% ha prodotto acini con vinacciolo erbaceo, impercettibile al palato, e il 12% acini con vinacciolo semilegnoso. La valutazione dei genotipi ottenuti è stata condotta anche con riferimento al periodo di maturazione dei grappoli: alcune selezioni risultano a tal fine molto interessanti proprio per la precocità, soprattutto tra quelle a bacca nera, mentre un buon numero di genotipi a bacca bianca ha mostrato un'ottima resistenza sulla pianta ed una maturazione particolarmente tardiva.

Parole chiave: rinnovamento varietale, breeding, apirenia, valutazione.

Caratterizzazione degli acidi grassi nell'olio dei semi di *Portulaca oleracea* L.

Di Stefano V.¹, Scandurra S.², Argento S.², Di Bella M.C.³, Branca F.³, Melilli M.G.²

marigrazia.melilli@cnr.it

¹*Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche Chimiche e Farmaceutiche (STEBICEF) Via Archirafi 32, 90123 Palermo*

²*Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia, Via Paolo Gaifami, 18, 95126 Catania.*

³*Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Via Valdisavoia, 5, 95123 Catania.*

La *Portulaca (Portulaca oleracea* L.) è una pianta erbacea annuale con steli rossastri e foglie alter-nate della famiglia Portulacaceae. Si adatta ad ambienti diversi, anche marginali, caratterizzati da siccità e salinità dei suoli. È una pianta ben nota nella medicina tradizionale del bacino del Mediterraneo come diuretico, febbrifugo, antisettico, antispasmodico, vermifugo e svolge attività di anticolinesterasica. Questi effetti sono principalmente attribuiti ai suoi costituenti fenolici e ai diversi acidi grassi, special-mente all'acido α -linolenico che rappresenta quasi il 30% degli acidi grassi essenziali. A parte l'acido α -linolenico, sono stati rilevati in tessuti vegetali anche altri acidi grassi essenziali della serie ω -3 e ω -6. In letteratura gli studi di caratterizzazione chimica di questa specie sono stati maggiormente rivolti alla biomassa epigea. Al fine di valorizzare il germoplasma siciliano, negli ultimi anni sono state condotte diverse campagne di raccolta, prevalentemente nell'area orientale dell'Isola, volte a valutare il profilo degli acidi grassi nei tessuti vegetali e il loro potere antiossidante. I buoni risultati ottenuti per produzio-ne in biomassa e caratterizzazione chimica per il profilo degli acidi grassi essenziali e potere antiossi-dante hanno permesso, inoltre, di sviluppare alimenti a base di grano duro fortificati con questa specie, che esplicano attività antiossidante sulla salute dell'uomo. Lo screening delle popolazioni siciliane ha evidenziato come una di esse, denominata "Santa Venerina" che cresce in prossimità del vulcano Etna presenti caratteristiche chimico-nutrizionali interessanti e stabili nel tempo. In questa nota si riportano i risultati relativi alla caratterizzazione degli acidi grassi nell'olio dei semi di portulaca, collezionati in due annate differenti, della popolazione S. Venerina. Nella media delle due annate (2019-2020), il con-tenuto in olio estratto è stato pari a 18,1% con una ripartizione percentuale degli acidi grassi presenti pari a 16,2% (acido palmitico), 2,5% (acido stearico), 9,9% (acido oleico) 32,3% (acido linoleico) e 39,1% (acido α linolenico). Il seme quindi rappresenta una buona fonte di acidi grassi ω -3 e ω -6 e potrebbe essere valorizzato anche in ambito farmaceutico e cosmetico.

Parole chiave: Portulaca, acidi grassi essenziali, nutraceutica.

Caratterizzazione qualitativa di frutti non commerciabili di ficodindia in relazione all'ambiente di coltivazione ed all'epoca di raccolta

Pandino G., Dominante E., Domina F., Litrico A., Scavo A., Salicola S., Mauromicale G., La Malfa S.

g.pandino@unict.it

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università di Catania, via Valdisavoia 5, 95123 Catania

In Italia la coltivazione di ficodindia [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller] occupa una superficie di circa 8.500 ha, con una produzione complessiva di circa 150.000 t. Le maggiori superfici coltivate si trovano in Sicilia (95% del totale nazionale). In Italia, si sono affermate e diffuse principalmente tre biotipi, la cui denominazione deriva dal colore del frutto e della polpa: la Gialla (Sulfarina), rappresenta il 90% della superficie coltivata; la Rossa (Sanguigna), diffusa sull'8% del territorio; la Bianca (Muscaredda). La fioritura e la conseguente fruttificazione può avvenire due volte l'anno in modo naturale in paesi come Messico o California, oppure, come avviene in Sicilia, indotta tramite 'scozzolatura', ossia l'asportazione tra maggio/giugno dei fiori dai cladodi in produzione e dei giovani cladodi in formazione. Considerato l'interesse economico che oggi il ficodindia ha assunto in Sicilia, sarebbe necessario disporre di linee guida per stimolare investimenti per processi agroindustriali, tali da creare valore aggiunto al prodotto, con un approccio d'economia circolare. In letteratura sono stati condotti diversi studi, ma scarsa attenzione è stata riservata alla valorizzazione dei frutti non commerciabili. Con la presente ricerca ci si è proposti di studiare la variabilità di parametri fisici (peso, lunghezza, diametro e colore) dei frutti di ficodindia non commerciabili (fuori standard per peso e forma) provenienti da due areali siciliani: Biancavilla (sud-ovest etneo) e San Cono, entrambi in provincia di Catania, vocati per la coltivazione di ficodindia in Sicilia. A tal proposito, sono stati prelevati circa 1000 frutti per areale tra fine agosto/inizio settembre ('agostani') e tra metà/fine ottobre ('bastardoni'). Inoltre, è stato prelevato un campione rappresentativo di frutti commerciabili provenienti dai comprensori dei due areali. Dai dati ottenuti è emerso che i frutti 'agostani' provenienti dagli areali di Biancavilla e di S. Cono non hanno evidenziato differenze significative, eccezion fatta per il diametro trasversale (4,8 vs. 5,2 cm, rispettivamente). Risultati simili sono stati rinvenuti nei frutti 'bastardoni', i quali hanno fatto registrare differenze significative solamente per quanto concerne il °Brix ed il pH. In particolare, i frutti provenienti dall'areale Biancavilla hanno mostrato i maggiori valori. Dal confronto tra frutti commerciabili e non commerciabili sono emerse differenze significative sia in entrambe le tipologie di frutti ('agostani' e 'bastardoni') che località. In particolare, i frutti commerciabili 'agostani' hanno fatto registrare il maggiore peso unitario medio in entrambe le località rispetto a quelli non commerciabili, mentre, il più basso è stato osservato nei frutti non commerciabili 'agostani' provenienti dall'areale di Biancavilla e nei frutti commerciabili 'bastardoni' dell'areale di S. Cono.

La caratterizzazione qualitativa dei prodotti di scarto che qui viene descritta appare utile per la progettazione di interventi finalizzati alla sua valorizzazione ai fini dell'estrazione di sostanze e composti bioattivi dalle diverse componenti del frutto, in un'ottica di economia circolare.

Parole chiave: *Opuntia ficus-indica*, biotipi, qualità, °Brix.

Contenuto di caroteni e fenoli delle bacche in risposta all'ambiente di coltivazione nel pomodoro da serbo di IV gamma

Patanè C.¹, Pellegrino A.¹, Cavallaro V.¹, Saita A.¹, Toscano S.², Siracusa L.³

cristinamaria.patane@cnr.it

¹CNR-Istituto per la BioEconomia (IBE), via P. Gaifami 18, 95126 Catania

²Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

³CNR-Istituto di Chimica Biomolecolare (ICB), via P. Gaifami 18, 95126 Catania

Il pomodoro da serbo è un'ortiva tipica delle aree del Meridione d'Italia, recentemente oggetto di un rinnovato interesse da parte dei consumatori, per le caratteristiche organolettiche e nutrizionali delle sue bacche. Tale interesse ha indirizzato la ricerca verso la individuazione di nuovi prodotti (es. prodotto di IV gamma per la frigoconservazione) per l'industria agroalimentare, ottenuti con le bacche di pomodoro da serbo. In particolare, nel presente studio, condotto nell'ambito del progetto PON 'SHELF-LIFE', è stato analizzato il contenuto di caroteni e fenoli delle bacche nel corso della frigoconservazione, in due ecotipi di pomodoro da serbo ('Locale di Vulcano' e 'Principe Borghese'), a confronto con l'ibrido commerciale 'Faino Hy'. I tre pomodori sono stati coltivati sia in pieno campo che in serra fredda, con apporti irrigui minimi, secondo la tecnica di coltivazione tradizionale prevista per i tipi da serbo. Il trapianto è stato effettuato a novembre 2014, in serra fredda, e marzo 2015, in pieno campo, e le bacche sono state raccolte rispettivamente a fine marzo e a metà luglio 2015. Le bacche, tagliate, disinfettate e confezionate in vaschette PET/PP, sono state conservate a 4°C e analizzate a 0, 5 e 12 gg.

Nel prodotto di pieno campo, i fenoli si sono lievemente contratti nel corso della shelf-life. Tale riduzione ha interessato in misura maggiore il testimone Faino (-18% di fenoli dopo 12 gg). Nei tipi da serbo, la riduzione dei fenoli dopo 12 gg non ha superato il 9.2%. 'Locale di Vulcano' si è distinto per l'elevato contenuto di fenoli (>85 mg/100 g s.f.). Nelle bacche prodotte in serra, il contenuto di fenoli, notevolmente più basso (max 46.6 mg/100 g, 'Locale di Vulcano'), è apparso più stabile nel corso della conservazione, e più contenute sono risultate le differenze tra i tipi.

Licopene e β -carotene si sono mantenuti pressoché costanti nel tempo o sono lievemente aumentati, nel prodotto di campo. I due tipi da serbo hanno mantenuto livelli più elevati di licopene (sino a 10 mg/100 g) rispetto al testimone (max 5.8 mg/100 g). Nel prodotto di serra, il licopene è tendenzialmente diminuito nel corso della conservazione. Nell'ecotipo di Vulcano, il contenuto di licopene, particolarmente elevato a inizio conservazione (>10 mg/100 g), si è dimezzato già a 5 gg di conservazione. Riduzioni più contenute sono state registrate in 'Principe Borghese' e 'Faino' (22 e 29%, rispettivamente, dopo 12 gg).

Il prodotto ottenuto in epoca extra-stagionale, sebbene non abbia raggiunto i livelli di fenoli e caroteni del prodotto ottenuto in pieno campo, potrebbe tuttavia contribuire validamente ad estendere il calendario produttivo della coltura, ampliando la disponibilità di prodotto sia per l'industria agroalimentare che per il consumatore finale.

Parole chiave: pomodoro da serbo, shelf-life, IV gamma, fenoli, licopene.

Determinazione del profilo polifenolico di due cloni di mele Red Moon® prodotte in diverse altitudini e latitudini

Porricelli G.R., Marangon M., Vincenzi S., Bonghi C.

claudio.bonghi@unipd.it

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente. Università degli Studi di Padova. Viale dell'Università, 16. Legnaro (PD)

L'interesse verso i composti fenolici presenti negli alimenti di origine vegetale ha mostrato un aumento di tendenza fin dagli anni '90. Ciò è dovuto, al crescente numero di studi scientifici che ha dimostrato il ruolo benefico per la salute dell'uomo, di questi composti. Anche l'industria alimentare, attraverso la produzione di integratori alimentari o di additivi da aggiungere alle proprie formulazioni, ha sospinto la ricerca in questo campo. Nell'ambito degli alimenti con elevato contenuto di fenoli la mela, per l'elevato contenuto in flavonoli in forma monomerica o oligomerica, acido clorogenico e piccole quantità di altri acidi idrossicinnamici, diversi glicosidi della quercetina, glicosidi di floretina e antocianine, rappresenta uno dei frutti più interessanti ed apprezzati dai consumatori. Gli effetti antiossidanti e i numerosi benefici delle mele per la salute umana possono essere aumentati da frutti di cv contenenti elevate quantità di polifenoli, non solo nell'epidermide, come nel caso delle mele a polpa antocianata RS-1 e RM-1 - RED MOON®.

La biosintesi di polifenoli può essere indotta da diverse situazioni di stress come elevate intensità luminose, ricchezza della componente UV della luce e ampiezza delle escursioni termiche tra giorno e notte. Gli effetti degli stress sono risultati più importanti nella polpa e non nella buccia come atteso essendo quest'ultima più a diretto contatto con i fattori climatici che possono influenzare la biosintesi.

Per valutare l'impatto delle condizioni climatiche sulla quantità presente nelle mele delle cv RS1 e RM1, sono state prese in considerazione, nell'annata 2019, tre zone a vocazione frutticola posizionate a diverse latitudini ed altitudini che vanno dalla zona litoranea veneta, passando per la pianura ferrarese, fino alla zona montana dell'Alto Adige.

Attraverso l'uso dell'HPLC sono stati identificati e quantificati i maggiori polifenoli di RS-1 e RM-1. Floretina ed acido clorogenico sono presenti in quantità nettamente maggiori in RM-1 come anche gli antociani, soprattutto nelle mele prodotte nel veneziano con probabili effetti dovuto al microclima marino. La maggiore sintesi di polifenoli nella zona veneta sembra dovuta alle temperature più favorevoli, alla maggiore quantità di ore di luce e alle precipitazioni più scarse rispetto a quanto verificatosi nelle altre due zone.

Parole chiave: plasticità fenotipica, mele antocianate, floretina, acido clorogenico.

Dynamics of soluble sugars metabolism in differently cold-tolerant grapevine cultivars during bud dormancy maintenance and release

De Rosa V., Falchi R., Vizzotto G.

derosa.valeria@spes.uniud.it

Università degli Studi di Udine, Dipartimento di scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali (Di4A), Via delle Scienze 206 (Italy)

Climate change is globally recognized as a multifaceted threat to viticulture performance. The increase of average surface temperatures is the cause of an acceleration of phenological development of grapevine cultivated varieties, which is predicted to persist in the future. This, together with the expected challenge represented by late frost occurrences in several geographical regions, will increase grapevine exposure to freezing damage risk in the future. Green tissues are in fact significantly more sensitive to freezing temperatures compared to woody ones because of their higher water content, making spring frosts a danger to grapevine production and yield. Soluble sugars (SS) have been shown to function as cryoprotectants, osmolytes and stabilizers of proteins during cold exposure. The increase of SS concentration has been positively correlated to cold acclimation of overwintering plants. Freezing tolerance and cold hardiness are dynamic processes which change depending on *Vitis* species, area of origin and cultivar. Understanding how these phenomena operate is necessary to improve varietal selection and adapt grapevine cultivation to a changing climate. In this study, *Vitis* hybrid cultivars Fleurtaï and UD 31-103 (Merlot x Kozma 20-3), characterized by different levels of cold resistance to winter freezing temperatures, were studied. In 2019-2020 winter season, buds were sampled at 15-days intervals in order to measure SS content during dormancy progression to dormancy release. Additionally, RNA was extracted and real-time PCR was used to assess expression of SS metabolism-related genes. Bud water levels were monitored throughout the season. The relationship between freezing tolerance and the observed physiological changes is discussed.

Keywords: osmoprotectants, gene expression, *Vitis vinifera*, climate change, freezing tolerance.

Effects of two different extraction methods on polyphenolic content and antioxidant capacity of *Sambucus nigra* and *Punica granatum* fruit extracts

Nascimento L.B.S.^{1,2}, Brunetti C.^{1,2}, Degano I.³, Mandoli A.³, Ferrini F.^{1,2,4}, Gori A.^{1,2}

cecilia.brunetti@ipsp.cnr.it

¹University of Florence, Department of Agri-Food Production and Environmental Sciences (Florence), Sesto Fiorentino, 50019 Florence, Italy.

²National Research Council of Italy, Institute for Sustainable Plant Protection (IPSP), Sesto Fiorentino (Florence), Italy, (C.B.).

³University of Pisa, Chemical and Industrial Chemical Department, Pisa, Italy

⁴VALUE Laboratory on Green, Health & Wellbeing, University of Florence.

Fruit extracts of *Sambucus nigra* (elderberry) and *Punica granatum* (pomegranate) have several applications in food industry thanks to their richness in antioxidant polyphenols. Their polyphenolic composition changes according to the extraction method applied. We aimed to compare the performance of two extraction methods, fermentation and ultrasound-assisted extraction (UAE), on the yield of antioxidant polyphenols from elderberry fruits and pomegranate fruit-peels. Extracts were obtained by fermentation (using water) and by UAE (using 70 % ethanol) and analyzed by LC-ESI-Q-ToF (for the identification of polyphenols) and by HPLC-DAD (for the determination of the polyphenolic content). The antioxidant capacities of the different extracts were spectrophotometrically evaluated using both DPPH and Hydroxyl Radical Scavenging (HRS) assays. The main compounds detected in elderberry extracts were hydroxycinnamic acid derivatives (caffeoyl derivatives) and flavonols derivatives (especially quercetin glycosides), both classes present in higher amounts in UAE extracts. In pomegranate, ellagic acid glycosides and punicalagins alfa and beta were the main constituents. These compounds were detected in higher contents in the UAE-ethanolic extracts compared to fermented extracts. The UAE method was also more suitable for extracting anthocyanins in both species. Higher antioxidant capacities were observed in UAE-ethanolic extracts compared to fermented ones for both fruits' types, possibly due to their richer polyphenolic content. Therefore, the UAE showed to be better for the extraction of polyphenols from both elderberry and pomegranate fruits, resulting also in extracts with greater antioxidant capacity. In conclusion, considering the wide application of these fruits in food industries, and the simplicity and low-cost of the method, the UAE can be used to obtain polyphenolic antioxidant extracts to be applied as nutraceutical and food additives.

Keywords: anthocyanins, DPPH, fermentation, LC-ESI-Q-ToF, UAE.

Effetto di prodotti ad azione biostimolante e biostimolante-simile su produzione e qualità di spinacio *baby-leaf* di IV gamma

Contino M., La Rotonda P., Elia A.

antonio.elia@unifg.it

Università degli Studi di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), via Napoli, 25 – Foggia

Il contenuto di nitrato rappresenta un fattore di criticità nella produzione e commercializzazione di ortaggi da foglia. Numerose sono le strategie di abbattimento del contenuto di nitrato oggi oggetto di sperimentazione; tra queste, vi è l'impiego sia di prodotti ad azione specifica sia di principi attivi fungicidi, questi ultimi applicati durante il ciclo colturale di colture sane poiché ritenuti dotati di azione biostimolante-simile. All'uopo è stata realizzata una prova sperimentale su spinacio *baby-leaf* da destinare alla IV gamma ('Bufflehead RZ F1', Rijk Zwaan), in un'azienda specializzata in agro di Foggia (Puglia), in ciclo autunno-vernino.

La prova ha avuto lo scopo di valutare la produzione e qualità di spinacio in seguito alla applicazione dei seguenti prodotti: (a) Pergado SC® (Syngenta Italia s.p.a) (0,6 L ha⁻¹), fungicida a base di mandipropamide ('MDP'); (b) MDP (0,6 L ha⁻¹) + Isabion® (Syngenta Italia) (2.5 L ha⁻¹), prodotto ad azione specifica a base di amminoacidi e peptidi idrolizzati di origine animale (epitelio) ('MDP+ISA'); (c) MDP (0,6 L ha⁻¹) + un prodotto ad azione specifica (in via di definizione) a base di amminoacidi e peptidi estratti da *Ascophyllum nodosum* e magnesio chelato (Nutribiotech s.r.l.) (2.0 L ha⁻¹) ('MDP+ASCO'). I prodotti sono stati distribuiti per via fogliare in due momenti (il primo, allo stadio fenologico di 3^a foglia vera; il secondo, dopo 30 giorni). La somministrazione di acqua ha rappresentato il trattamento controllo.

In termini biometrico-produttivi, il prodotto ottenuto è risultato in linea con gli standard nazionali e regionali (16.6 Mg ha⁻¹; contenuto di sostanza secca pari a 120 g kg⁻¹ p.f., in media). Dal punto di vista igienico-sanitario lo spinacio prodotto è risultato di ottima qualità, presentando un contenuto di nitrato molto basso (315 mg kg⁻¹ p.s., 37.9 mg kg⁻¹ p.f., in media), imputabile ad una gestione sostenibile della concimazione azotata (quantità totale di N distribuita durante l'intero ciclo colturale pari a 50 kg ha⁻¹). Differenze significative sono emerse tra i trattamenti applicati sia in termini biometrico-produttivi che in termini di qualità. L'applicazione di Pergado SC® in combinazione con i prodotti ad azione specifica ('MDP+ISA'; 'MDP+ASCO') ha determinato una più elevata produzione rispetto al controllo non trattato e all'applicazione non combinata ('MDP'). Il controllo ha mostrato il maggior accumulo sia di sostanza secca che di nitrato, l'applicazione di 'MDP' ha comportato un leggero decremento di sostanza secca (-11.3%), ma un notevole abbattimento dell'accumulo di nitrato (-46%). Questi risultati lasciano ipotizzare effetti della mandipropamide sull'attività fotosintetica e sul metabolismo dell'azoto nelle piante di spinacio ed un interessante impiego alternativo all'azione fungicida su specie da foglie.

Parole chiave: *Spinacia oleracea* L., fungicida, biostimolante, contenuto di nitrato.

I genotipi pigmentati per innovare la filiera pataticola siciliana

Lombardo S.¹, Pandino G.¹, Scilletta A.¹, Parisi B.², Scavo A.¹, Scandurra A.¹, Litrico A.¹, Mauromicale G.¹

sara.lombardo@unict.it

¹Dip. di Agricoltura Alimentazione e Ambiente (Di3A), Univ. Catania, IT,

²CREA, Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna, IT

La patata precoce (coltivata per lo più da novembre-dicembre a giugno) rappresenta in Sicilia una coltura economicamente rilevante sia per la superficie occupata che per il prodotto fornito, molto apprezzato all'estero per le peculiari caratteristiche qualitative rispetto alla patata comune. Negli ultimi anni, tuttavia, la pataticoltura regionale è stata chiamata ad ampliare il germoplasma disponibile, in risposta soprattutto alla crescente concorrenza estera. In tal senso, atteso che il consumatore appare sempre più orientato verso prodotti con elevati standard funzionali ed edonistici, i genotipi di patata a buccia e/o polpa pigmentate stanno riscuotendo un crescente interesse, in relazione soprattutto al loro elevato contenuto in antociani, sostanze ad elevato valore nutraceutico. In questo quadro, scopo della presente ricerca è stato quello di valutare, in particolare, il profilo qualitativo di sette genotipi di patata a buccia e/o polpa pigmentate (*Blaue St. Galler*, ISCI 217/10-9, ISCI 218/3, ISCI 98/11-1, *Magenta Love*, *Violet Queen* e *Vitelotte Noire*), a confronto con due genotipi a buccia e polpa gialla (*Monique*, *Regina*), coltivati in un'area altamente rappresentativa della pataticoltura siciliana. Sulla base dei risultati ottenuti, *Violet Queen*, *Vitelotte Noire* e *Blaue St. Galler*, tutti genotipi con buccia e polpa viola, si sono distinti per un elevato contenuto di sostanza secca del tubero (in media, pari al 22,1%), tratto qualitativo di particolare rilevanza commerciale. Tutti i genotipi pigmentati hanno prodotto tuberi caratterizzati da elevato valore nutritivo, esibendo nello specifico un buon contenuto in proteine totali (in particolare, *Magenta Love* e *Violet Queen*), interessanti per il loro valore biologico, unitamente ad un basso tenore in nitrati (in particolare, *Violet Queen*, *Vitelotte Noire*, *Magenta Love* e ISCI 218/3, con un valore medio di 334 mg kg⁻¹ di s.s.), sostanze potenzialmente pericolose per la salute umana. Inoltre, sulla base dei valori rilevati tramite colorimetro (*i.e.* lucentezza, intensità del colore e angolo della tinta), è da segnalare l'intensa colorazione violacea della polpa di *Violet Queen* e *Vitelotte Noire*, e quella rossa di *Magenta Love*, per preparazioni culinarie e industriali d'effetto (*e.g.* gnocchi colorati). In conclusione, i genotipi di patata a buccia e/o polpa pigmentate allo studio meriterebbero un'attenzione maggiore da parte dei coltivatori al fine di ampliare il panorama varietale regionale diversificandone l'offerta sui mercati nazionali ed internazionali, anche attraverso la realizzazione di prodotti trasformati a base di patata più innovativi.

Parole chiave: patata precoce, tuberi pigmentati, qualità del tubero, nitrati.

Influenza dei portinnesti sui metaboliti secondari e sul potenziale antiossidante dell'arancia rossa Tarocco Sciré

Modica G.¹, Di Guardo M.¹, La Malfa S.¹, Gentile A.¹, Pulvirenti L.², La Spada P.¹, Parafati L.¹, Ruberto G.², Siracusa L.², Continella A.¹

giulia.modica@unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania, Italia)

²Istituto di Chimica Biomolecolare del CNR, sede secondaria di Catania, Via P. Gaifami 18- 95126 Catania, Italia

Gli agrumi sono particolarmente apprezzati per l'elevata qualità dei frutti da un punto di vista organolettico e nutraceutico. La composizione dei metaboliti primari e secondari può variare in relazione a diversi fattori biotici ed abiotici, incluso il portinnesto. La selezione del soggetto è determinante nella moderna agrumicoltura poiché, oltre a conferire caratteristiche agronomiche vantaggiose, può modulare i tratti organolettici e nutrizionali dei frutti. Tale aspetto assume una connotazione rilevante in caso di combinazione con le cultivar di arancia rossa, caratterizzate dalla presenza di antocianine e di altri polifenoli.

Nel presente lavoro si è eseguita una valutazione biennale (2017 e 2018) dei cambiamenti del profilo dei metaboliti secondari e dell'attività antiossidante dell'arancia pigmentata Tarocco Sciré in funzione di diversi portinnesti. I soggetti utilizzati sono: citrange Carrizo, Troyer e C35, citrumelo Swingle, a confronto con Bitters, Carpenter, Furr, F6P12 e F6P13 rilasciati di recente. A maturazione nei frutti delle diverse combinazioni sono stati individuati e quantificati le tipologie di flavonoidi (antocianine, flavanoni, flavoni) e di acidi idrossicinnamici tramite le analisi effettuate con HPLC/DAD e HPLC/ESI/MS. L'attività antiossidante è stata valutata tramite i saggi ABTS⁺ e DPPH•.

Dai risultati è emerso il ruolo determinante svolto dal portinnesto nel modulare il contenuto totale dei metaboliti secondari e dell'attività antiossidante. Per quanto concerne il profilo antocianico, C35 ha determinato un aumento significativo di pigmentazione del succo rispetto alle altre combinazioni analizzate, seguito da Furr e Bitters. Si è inoltre rilevato che gli antociani, nello specifico i derivati della delphinidina e della peonidina, hanno mostrato lo stesso pattern nei diversi genotipi analizzati. Un trend differente, invece, è stato osservato per i composti derivati dalla cianidina, facendo emergere il ruolo del portinnesto nell'accumulo delle singole antocianine. Inoltre, dalle analisi dei singoli metaboliti, si è riscontrata una forte influenza del portinnesto per tutti i flavonoidi contenenti l'eriodictiolo (eriodictina, neoriodictina, esperidina), mentre la vitexina è risultato il metabolita meno influenzato dal soggetto. Per quanto concerne gli acidi idrossicinnamici non sono state osservate differenze tra i portinnesti.

Il contenuto totale di antocianine, il cui accumulo è legato alle basse temperature, ha mostrato differenze significative nei due anni imputabili ad un diverso quantitativo di ore in freddo. Nel secondo anno, in cui si sono registrate temperature meno rigide durante l'inverno, si è osservato un significativo calo dell'accumulo di antociani, massimo per il C35 (-87,7%) e minimo per F6P12 (-39,8%).

Parole chiave: portinnesti, polifenoli, acidi idrossicinnamici, antocianine, arancia pigmentata.

Innovazioni tecnologiche e di processo nella produzione di olive da mensa “al naturale”

Campus M., Comunian R., Cauli E., Paba A., Piras F., Pili G., Sedda P., Muntoni M.

mcampus@agrisricerca.it

AGRIS Sardegna - Agenzia per la ricerca in agricoltura, Loc. Bonassai S.S. 291 Sassari-Fertilia – Km. 18,600, Sassari

La lavorazione delle olive da tavola al naturale è il risultato di complesse interazioni tra salamoia, drupe e microrganismi. Questo processo empirico ha degli svantaggi in termini di controllo del processo e lunghezza dei tempi di lavorazione. Presso la agenzia AGRIS Sardegna sono oggetto di studio nuovi metodi di lavorazione, l'allestimento di starter microbici per il controllo della fermentazione e la sperimentazione di nuovi impianti per la conduzione del processo. Gli esperimenti effettuati in *batch*, utilizzando fermentatori da 220L, hanno mostrato che uno starter microbico complesso (SIE), composto dalla microflora lattica isolata dalle salamoie, è più efficiente nel controllare i microrganismi indesiderati (*Enterobacteriaceae* spp.) rispetto a uno starter monoceppo (SSL), selezionato *in vitro* in base alle *performance* tecnologiche, e alla fermentazione condotta al naturale (controllo). Entrambi gli starter hanno mostrato attività deamarizzante e hanno rapidamente acidificato la salamoia, abbassando il pH a livelli di sicurezza (<4,3), raggiungendo pH 3,8 dopo 12 giorni, mentre il controllo ha raggiunto pH 4,3 dopo 45 giorni, valore rimasto costante fino a 153 giorni. L'analisi di *texture* (profilo TPA) ha mostrato che le olive inoculate con SIE erano più sode e più elastiche, rispetto alle olive SSL, risultando così simili al controllo. Lo starter che ha dato le migliori performance (SIE) è stato utilizzato in una prova di lavorazione in un impianto pilota innovativo, appositamente progettato, dotato di sensoristica per il controllo dei parametri fisico chimici, riscaldamento e ricircolo della salamoia, confrontando il processo innovativo con la lavorazione al naturale in fusti, senza starter. Il processo in fermentatore pilota ha portato ad una più rapida acidificazione del mezzo, raggiungendo pH inferiori al controllo (3,83 e 4,14, rispettivamente). I lattobacilli inoculati hanno abbattuto la microflora alterante più rapidamente che nel controllo. Le olive provenienti dal processo controllato sono risultate deamarizzate e pronte al consumo dopo appena 3 mesi (analisi sensoriali e quantificazione dell'oleuropeina in HPLC), mentre le olive a fermentazione naturale sono risultate non ancora deamarizzate dopo 180 giorni. I due processi hanno prodotto olive con profilo di *texture* confrontabile.

Parole chiave: olivo, *Olea europaea* L., starter, batteri lattici, impianto pilota.

La nuova sfida dei micro-ortaggi in agricoltura urbana, connubio tra innovazione e tradizione

Rouphael Y., Cirillo C., De Pascale S.

youssef.rouphael@unina.it

Dipartimento di Agraria – Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055. Portici (NA)

Negli ultimi anni l'agricoltura urbana sta assumendo un ruolo di strumento strategico nello sviluppo di città sostenibili, riequilibrando i rapporti generatisi tra il mondo rurale e quello urbano e contribuendo mediante funzioni ecologiche, sociali, produttive e ornamentali a mitigare gli effetti dell'inquinamento, a limitare il consumo di suolo, e a favorire la conservazione di specie animali e vegetali. Il fenomeno sta coinvolgendo fette sempre più ampie di popolazione che si dichiarano molto sensibili alla produzioni sane e di qualità in ambiente urbano, come testimoniato dalla diffusione crescente non solo di orti urbani ma anche di plant factories, in grado potenzialmente di soddisfare le esigenze delle comunità, riducendo il divario tra territori rurali "producers" e territori urbani "consumers" e portando al concetto di "prosumers". In questa ottica la coltivazione di microgreens assume un rilievo notevole e offre opportunità di ottenere rapidamente cibo di elevato valore nutrizionale, a patto di definirne gli adeguati sistemi di coltivazione. I microgreens, infatti, costituiscono un nuovo tipo di coltura alimentare e una produzione su microscala degli ortaggi a foglia, ai quali possono aggiungere valore nutrizionale. Il genotipo, la gestione della luce e il tipo di substrato costituiscono fattori chiave che influenzano la crescita, la qualità sensoriale e il contenuto fitochimico dei microgreens. In questo lavoro è stata esaminata la variazione della loro composizione attraverso Brassicaceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, Malvaceae e Apiaceae, coltivate in ambiente controllato. I microgreens brassicacei sono risultati avere una elevata capacità antiossidante, e i microgreens lamiacei un alto contenuto fenolico. I parametri di crescita sono stati maggiormente favoriti dalla luce blu-rossa, mentre l'accumulo di nitrati è risultato maggiore sotto luce monocromatica. La composizione minerale è stata in gran parte dipendente dal genotipo. La luteina, il β -carotene e l'attività antiossidante lipofila sono stati aumentati con la luce blu-rossa. La sintesi dei flavonoidi è stata stimolata dalla luce blu, in quanto i flavonoidi possono assorbire lunghezze d'onda più corte ed estinguere il potenziale di foto-ossidazione da queste generato. Infine, sono stati valutati gli effetti di cinque substrati (fibra di agave, tappetino capillare, spugna di cellulosa, fibra di cocco e torba) sulla composizione nutrizionale e fitochimica dei microgreens coriandolo, cavolo rapa e di pak choi. I valori più alti di resa fresca, macronutrienti e nitrati sono stati ottenuti nei microgreens coltivati su torba. Il contenuto totale di polifenoli non è cambiato in base al substrato, tuttavia l'acido clorogenico e la rutina, sono stati i composti fenolici più abbondanti. Il presente lavoro dimostra come l'effetto genetico, sistemi spettrali specifici, insieme ad un substrato ottimale, possano condurre ad una efficiente produzione di microgreens di qualità superiore.

Parole chiave: luce blu-rossa, carotenoidi, acidi idrossicinnamici, composti fenolici, Orbitrap LC – MS/MS.

La pigmentazione antocianica del limone caviale è luce-dipendente

Ciacciulli A.¹, Salonia F.^{1,2}, Pappalardo H.¹, Licciardello C.¹

concetta.licciardello@crea.gov.it

¹CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024, Acireale (Catania)

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

Il limone caviale (*Microcitrus* ssp.) sta occupando nicchie di coltivazione in tutta Italia e in particolare in Sicilia. L'acidità e il colore della polpa e il suo aroma agrumato lo rendono adatto alla preparazione di cibi e bevande. Nel panorama varietale dei limoni caviale, come nelle arance dolci, esistono fenotipi diversi per la pigmentazione antocianica sia dell'epicarpo che dell'endocarpo. I limoni caviale maturano a fine estate, e accumulano antocianine prima dell'arrivo delle basse temperature. Diversamente, nelle arance dolci il freddo è l'interruttore che induce la tipica colorazione rossa. Nel limone caviale l'accumulo di antocianine inizia dallo stadio di fiore e continua fino all'accrescimento del frutto. Nelle arance, invece, la colorazione rossa è limitata ai frutti maturi. Le antocianine, potenti antiossidanti e alleati di una sana alimentazione, risentono tanto del freddo quanto della luce.

Per valutare l'effetto della luce sulla colorazione rossa del limone caviale, i frutti delle varietà 'Alstonville' (epicarpo pigmentato) e 'Sanguinea' (epicarpo ed endocarpo pigmentato) sono stati imbustati nelle prime fasi di sviluppo. I frutti sono stati raccolti a piena maturazione dopo circa 6 mesi dall'imbustamento.

Il colore dell'epicarpo è stato misurato con il Konica minolta CR-400. L'imbustamento ha avuto effetto su tutte e tre le componenti registrate dal CR-400. In particolare, "L" (LUMINANCE) descrive la luce assorbita dal campione, e tutti i frutti imbustati hanno evidenziato un colore più chiaro dovuto all'assenza delle antocianine; "a" rappresenta lo spostamento da verde a rosso, e tutti i frutti imbustati hanno registrato valori statisticamente più alti. Inoltre, nel 'Sanguinea' l'imbustamento ha indotto lo sviluppo di frutti che non accumulano antocianine né nell'epicarpo né nell'endocarpo.

I frutti maturi sono stati sottoposti anche ad un trattamento di frigoconservazione a 4°C per 27 giorni, per valutare l'effetto del freddo. Epicarpo ed endocarpo sono stati campionati a intervalli settimanali. L'esposizione al freddo non ha avuto effetto sull'accumulo di antocianine nell'epicarpo dei frutti imbustati e non-imbustati. Questo lascia presupporre che in frutti di limone caviale l'accumulo di antociani è solo luce-dipendente, lasciando intravedere che una nuova fonte genetica per la pigmentazione antocianica degli agrumi, totalmente indipendente dal freddo, è disponibile per i futuri programmi di breeding *anti global-warming*. Analisi trascrittomiche dei principali geni regolatori aiuteranno a comprendere meglio i meccanismi molecolari che sottendono entrambi gli stimoli esterni, luce-freddo.

Parole chiave: fotomorfogenesi, basse temperature, *Microcitrus* spp., epicarpo, endocarpo.

Microgreens the trend of food: topping bioactive compounds and attractive colors to everyday meal

El-Nakhel C., Roupheal Y.

christophe.elnakhel@unina.it

Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, 80055 Portici, Italy

Health-boosting vegetables characterized with gastronomic pleasure is exactly the quest of modern times due to the benefits that humans can assume from the phytochemicals present in plants. Vegetables food are rich in biologically active specialized metabolites such as phenolic compounds, anthocyanins, carotenoids, chlorophylls and more. These latter are responsible for the pigmentation of plants in addition to the biochemical diversity. Microgreens are an example of such vegetable foods with vivid colors and intense flavors, therefore nowadays they are considered a fresh and trendy crop, naturally biofortified with antioxidants, nutrients and macro- and micro-minerals, overcoming their mature counterparts and accumulating less anti-nutrients such nitrate. Microgreens as super food is unique by its sensory attributes, decorating meals not only visually but also by adding a myriad of tastes: sweetness, astringency, bitterness, heat, and sourness, etc...Therefore it is used by chefs worldwide to top up soups, sandwiches, drinks, meat and fish. Species belonging to several botanical families are adopted for microgreens plantation such as: *Potulacaceae*, *polygonaceae*, *Poaceae*, *Oxalidaceae*, *Lamiaceae*, *Fabaceae*, *Curcubitaceae*, *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Amaranthaceae* and *Amarillydaceae*. The specialized metabolites in microgreens are dictated majorily by the genetic material that rules the composition and the concentration. Nonetheless, this content can be modulated by pre-harvest factors such as environmental factors, conditions of cultivation and cultural practices, of which we mention nutrient eustress and light factor. Indeed, light as a crucial environmental factor along temperature, is an important factor for setting growth and nutritional quality of microgreens. More in depth, it is the spectral quality on the expense of light intensity, which exhibit more detailed responses with reference to functional quality. In contrast, growing microgreens without nutrient supplementation proved to be feasible and able to elicit the accumulation of additional bioactive molecules. Moreover, microgreens can be grown on a multitude of substrates like peat-based substrate, jute, coco fibers, agave fibers, capillary mat, and even in floating. In addition their production offers lot of advantages, since they have a short cultivation cycle, can be produced all-year long, requires minimum of expertise, suits indoor farming and is characterized by a minor footprint regarding water, fertilizers and time consumption. Finally, as innovative as it is, you can always be overwhelmed with new possibilities of special microgreens species that you might encounter in your meal, reminding us how rich and unique mother-nature is, but nevertheless how innovative growers are.

Keywords: vegetable confetti; emerging food; specialized metabolites; post-harvest factors.

Monitoraggio dell'attività enzimatica della PAL in bacche e foglie di *Myrtus communis* L. durante la maturazione dei frutti

Medda S., Dessena L., Mulas M.

mmulas@uniss.it

Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari.

Le foglie e le bacche di mirto (*Myrtus communis* L.) sono ricche in composti fenolici, come acidi fenolici, flavonoidi e flavonoli. La ricchezza di questi composti fenolici con note proprietà antiossidanti consente il potenziale uso della biomassa di mirto in campo alimentare e farmaceutico. Numerosi composti fenolici prendono origine dalla via biosintetica dei fenilpropanoidi. L'enzima PAL catalizza il primo stadio di questa biosintesi.

L'obiettivo di questa ricerca è stato lo studio dell'attività enzimatica della PAL in relazione all'accumulo di composti fenolici in bacche e foglie di mirto durante il periodo di sviluppo e maturazione dei frutti.

In particolare sono state analizzate e comparate due cultivar: una a frutti pigmentati ('Giovanna') e una a frutti non pigmentati ('Grazia'). L'attività della PAL, così come il contenuto di polifenoli totali, flavonoidi, antociani e tannini sono stati determinati mediante metodi spettrofotometrici.

L'attività della PAL è risultata maggiore nelle bacche rispetto alle foglie; e nelle bacche maggiore per la cultivar 'Giovanna' rispetto alla cultivar 'Grazia'. In particolare, il picco di attività della PAL si è manifestato in concomitanza con l'inizio dell'accumulo di antociani nei tessuti del frutto delle cultivar 'Giovanna'.

Nessuna correlazione è stata trovata tra l'attività della PAL nelle foglie e il contenuto dei polifenoli analizzati nello stesso tessuto.

Nelle bacche, invece, l'attività della PAL era negativamente correlata con il contenuto di polifenoli totali ($r -0.471$) e positivamente con il contenuto di flavonoidi ($r 0.440$) ed antociani ($r 0.690$).

Parole chiave: mirto, foglie, bacche, composti fenolici, fenilalanina ammonio liasi.

***Pleurotus ostreatus*: aspetti produttivi e qualitativi in relazione al substrato di coltivazione**

Nicoletto C., Locatelli S., Zanin G., Sambo P.

carlo.nicoletto@unipd.it

Dipartimento di Agronomia Alimenti Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

La coltivazione dei funghi eduli rappresenta un settore in attiva crescita in seguito all'evoluzione delle abitudini del consumatore che richiede con maggiore interesse questa gamma di prodotti. A livello nazionale lo champignon (*Agaricus bisporus*) rappresenta la tipologia maggiormente coltivata e programmata, mentre il *Pleurotus ostreatus* si colloca in seconda posizione ed è caratterizzato da un sistema di coltivazione meno strutturato e maggiormente influenzato dalle condizioni ambientali e gestionali. Questa sperimentazione, finanziata dal progetto YESP (PSR Regione Veneto 2014-2020) ha valutato l'effetto dei principali substrati di coltivazione presenti in Italia e Spagna al fine di valutarne le performance produttive e qualitative. Sono stati considerati 4 substrati di coltivazione (A,B,C,D), tre dei quali rappresentativi dell'intera offerta nazionale (A,B e C) ed 1 di provenienza spagnola (D). I substrati sono stati inoculati con il medesimo lotto di micelio (P80 – Italspown) e sono stati considerati complessivamente 180 sacchi (45 per substrato) gestiti a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni. È stata considerata la produzione di ciascun sacco per ogni raccolta, conteggiando il numero di famiglie, i rispettivi corpi fruttiferi e le caratteristiche morfologiche. Sotto il profilo qualitativo sono stati misurati i principali parametri organolettici ed è stato inoltre determinato il contenuto di antiossidanti ed il profilo minerale. Quest'ultimo parametro è stato valutato anche per il substrato. È, monitorando l'efficienza d'uso dei nutrienti da parte del micelio e l'efficienza d'uso del substrato (kg prodotto per kg di substrato). I risultati ricavati da questa esperienza hanno evidenziato soprattutto per la prima raccolta un significativo effetto del substrato nella tempistica di comparsa dei primordi che si è verificata in un range compreso tra i 20-23 giorni per i substrati nazionali e 35 giorni dall'incubazione per quello spagnolo. La scalarità di raccolta è risultata modesta per i substrati nazionali (3 gg) rispetto a quello spagnolo (13 gg) e si è riscontrata un'elevata percentuale di primordi (78-88%) sul totale dei fori disponibili per sacco per i substrati A e B. Il diametro medio del corpo fruttifero ed il numero di corpi fruttiferi per famiglia è stato maggiore per il substrato B, mentre non si sono osservate differenze significative per lo spessore del carpoforo. Il colore è significativamente variato soprattutto per il parametro *b*. Nel complesso la produzione per sacco è risultata compresa tra 4 e 5 kg con alcune variazioni tra i substrati. Nei confronti dell'efficienza d'uso del substrato la produzione per kg di substrato è stata elevata in D con oltre 0.2 kg. I substrati hanno inoltre influito sulla qualità del prodotto modificando sia i parametri organolettici che minerali.

Parole chiave: micelio, condizioni climatiche, nutrizione, minerali.

Profilo qualitativo di 4 specie di micro-ortaggi

Lazzizzera C., Quitadamo F., Bonasia A., Conversa G.

anna.bonasia@unifg.it

Università degli Studi di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), via Napoli, 25 – Foggia

I micro-ortaggi, ottenuti a partire da diverse specie erbacee commestibili raccolte dopo l'emissione delle prime foglie vere, rappresentano una innovazione nel settore agroalimentare. Sebbene siano apprezzati come ingredienti di bevande e cibi grazie alle loro caratteristiche organolettiche (colore, sapore, consistenza), i micro-ortaggi possono anche rappresentare una ottima fonte di nutrienti e composti bioattivi. Nel complesso questi aspetti qualitativi sono specie-specifici, pertanto l'assunzione combinata di specie differenti offre l'opportunità di esaltare le peculiarità qualitative di ciascuna di esse. La prova ha avuto l'obiettivo di valutare la produzione e la qualità nutrizionale di micro-ortaggi di 4 specie: *Raphanus sativus* (rafano), *Beta vulgaris* (bietola), *Brassica rapa* (cima di rapa) e *Cichorium intybus* (cicoria). La coltivazione è stata realizzata in *ebb and flow* in camera di crescita (temperatura giorno-notte 20-18 °C, PAR 190±10 µmol m⁻² s⁻¹, fotoperiodo 12 ore). Semi pre-imbibiti sono stati posti su torba (50 mL) contenuta in vaschette in polietilene (60x70x10 cm) alla densità di 25.000 (rafano, bietola) o 50.000 (cima di rapa, cicoria) piante per m². La unità sperimentale è stata rappresentata da 5 vaschette per ciascuna specie, disposte secondo uno schema a randomizzazione completa, con tre ripetizioni. La raccolta è stata effettuata alla prima foglia vera, 14 (bietola, cima di rapa), 16 (rafano) e 27 (cicoria) giorni dopo la semina. Sono stati determinati produzione, percentuale di sostanza secca, concentrazione di nitrato, polifenoli totali, vitamina C e, per le brassicacee, glucosinolati. I micro-ortaggi di bietola hanno mostrato sostanza secca più elevata (94,3 g kg⁻¹ peso fresco) rispetto alle altre specie. Il contenuto di polifenoli totali è stato maggiore in bietola (92,3 mg AGE·100 g⁻¹ peso fresco) e cicoria (72,1 mg AGE·100 g⁻¹ peso fresco) e più basso nelle brassicacee, particolarmente in rafano (62,5 mg AGE·100 g⁻¹ peso fresco). In bietola e rafano sono stati osservati i valori più alti in vitamina C (21 e 14 mg·100 g⁻¹ peso fresco, rispettivamente). I micro-ortaggi di cima di rapa hanno mostrato concentrazione totale di glucosinolati 3 volte maggiore rispetto a rafano (3.675 vs 1.203 mg·kg⁻¹ peso secco) grazie all'abbondanza di gluconapina e glucobrassicinapina, presente esclusivamente in cima di rapa, sebbene in rafano la concentrazione di glucobrassicina sia stata di circa 5 volte maggiore. La concentrazione di progoidrina e di gluconapoleiferina è stata uguale nelle due specie.

Cicoria e cima di rapa sono state caratterizzate da una concentrazione di nitrati in media pari a 1.463 mg·kg⁻¹ peso fresco, maggiore rispetto a bietola (+65%) e rafano (+100%).

Parole chiave: polifenoli, vitamina C, glucosinolati, nitrati.

Qualità sensoriale, nutrizionale e microbiologica di tuberi di patata conservati in IV gamma in rapporto a trattamenti diversi

Ierna A., Malvuccio A., Pellegrino A., La Rosa S.

anita.ierna@cnr.it

Istituto per la BioEconomia, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IBE), Via P. Gaifami 18, 95126 Catania, Italia

La shelf-life delle patate di IV gamma è limitata a 5-7 giorni a 4-5 °C, a causa del deterioramento microbiologico e sensoriale. A livello industriale per prevenire l'imbrunimento e ridurre la carica microbica vengono impiegati ipoclorito di sodio e/o solfiti, la cui efficacia relativa e i possibili effetti nocivi sulla salute umana hanno recentemente sollecitato l'individuazione di possibili sostanze alternative. Nella presente ricerca, effettuata nell'ambito del progetto "SHELF-LIFE - Utilizzo integrato di approcci tecnologici innovativi per migliorare la shelf-life e preservare le proprietà nutrizionali di prodotti agroalimentari" (PON02_00451_3361909), sono stati valutati gli effetti di soluzioni anti-imbrunimento alternative a quelle normalmente in uso, sulla qualità globale (nutrizionale, sensoriale e microbiologica) dei tuberi della cv. Bellini conservati in IV gamma. Da tuberi (Φ 35-70 mm) pelati, sono state ricavate delle fette dello spessore di 5 mm (\pm 0,5 mm) che sono state prontamente immerse in una delle 4 soluzioni acquose poste allo studio: (i) 0,2% ipoclorito di sodio (IS); (ii) 0,2% bisolfito di sodio (BS); (iii) 2% acido ascorbico + 2% acido citrico (AA+AC) e (iiii) 0,1% olio essenziale di rosmarino (OE). Dopo l'immersione effettuata a 15 ± 1 °C per 3 minuti, le fette sono state velocemente confezionate in buste (15 cm x 20 cm) per prodotti di IV gamma in poliammide/polietilene (PA/PE) di spessore 85 μ m (65 μ m PE and 20 μ m PA) (System Packaging, Siracusa, Italia) in atmosfera non modificata e conservate in cella frigorifera alla temperatura di 4 ± 1 °C per 12 giorni. Nel giorno del confezionamento (0) e dopo 3, 6, 9 e 12 giorni di conservazione, sono stati valutati i parametri del colore mediante colorimetro Minolta CR 300 (Osaka, Giappone), la perdita di peso, le principali caratteristiche nutrizionali (sostanza secca, contenuto in vitamina C e polifenoli totali) e la crescita dei più importanti gruppi di microrganismi associati con il deterioramento delle patate di IV gamma (batteri mesofili, psicotrofi, lattici e muffe e lieviti). Le soluzioni AA+AC e OE hanno mostrato la stessa efficacia di IS nel contenere l'attività microbica durante la conservazione. La soluzione AA+AC, tuttavia, è risultata la più indicata nel garantire la qualità totale (minore imbrunimento, più alto contenuto in vitamina C e in polifenoli totali) dei tuberi conservati in IV gamma.

Parole chiave: olio di rosmarino, acido ascorbico, acido citrico, shelf-life, *Solanum tuberosum* L.

Ruolo della morfologia cellulare e del gene MdPG1 nel determinare le caratteristiche di texture e di succosità in melo

Poles L.^{1,6}, Gentile A.^{1,2}, Giuffrida A.¹, Valentini L.³, Endrizzi E.⁴, Aprea E.⁴, Gasperi F.⁴, Distefano G.¹, Artioli G.³, La Malfa S.¹, Costa F.^{4,5}, Lovatti L.⁶, Di Guardo M.¹

lara.poles@phd.unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università of Catania, via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia

²National Center for Citrus Improvement, College of Horticulture and Landscape, Hunan Agricultural University, Changsha, China

³Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, Via Gradenigo 6, 35131, Padova, Italia

⁴Centro Agricoltura Alimenti Ambiente (C3A) Università di Trento, Via E. Mach 1, 38010, San Michele all'Adige, Italia

⁵Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, San Michele all' Adige, Trento, Italia

⁶Consorzio Innovazione Frutta (CIF), via Mach 1, 38010, San Michele all'Adige, Trento, Italia

La qualità delle mele è fortemente influenzata dall'interazione tra succosità e texture. Per comprendere al meglio i meccanismi alla base del controllo di questi caratteri è stato utilizzato un approccio multidisciplinare che combina l'analisi della texture, lo studio della morfologia cellulare, l'analisi della succosità ed analisi sensoriali e genetiche.

Lo studio è stato condotto su 14 accessioni di melo conservate per 1,5 mesi a 4°C; i genotipi comprendono sia cultivar di largo utilizzo che nuove selezioni sviluppate mediante piani di breeding focalizzati all'ottenimento di varietà ad elevata croccantezza e succosità.

La struttura della polpa è stata caratterizzata mediante approcci di microscopia ottica volti allo studio della morfologia cellulare e parallelamente analizzando il volume degli spazi intracellulari mediante microtomografia computerizzata a raggi X.

I profili meccanici e acustici della texture sono stati ottenuti utilizzando il texture analyzer mentre il succo è stato estratto con una pressa meccanica. In parallelo alle misurazioni analitiche, la texture, la succosità e il gusto dei frutti sono stati valutati mediante analisi sensoriali.

I risultati evidenziano una correlazione positiva tra la forma delle cellule ed il volume intercellulare nella polpa; nelle accessioni di melo in cui sono presenti cellule di forma rotondeggiante il volume degli spazi intercellulari è ridotto e viceversa. La forma cellulare è risultata significativamente associata con la succosità, mentre la consistenza è maggiormente influenzata dalla dimensione cellulare. L'interazione tra la morfologia cellulare e la succosità è stata studiata anche in relazione alla variabilità dell'allelotipo del marcatore genetico disegnato sul gene della poligalatturonasi MdPG1, che controlla la regolazione della texture in melo. Maggiori livelli di succosità sono stati riscontrati nelle accessioni che presentano sia un'elevata frequenza di cellule rotonde che la presenza dell'allele di MdPG1 associato ad una maggiore consistenza della polpa. L'individuazione del ruolo della morfologia delle cellule della polpa nel controllo della succosità e della texture del frutto e la loro associazione con MdPG1 rappresenta un punto di partenza per la definizione di programmi di breeding finalizzati all'ottenimento di nuove selezioni ad elevata croccantezza e succosità.

Parole chiave: *Malus domestica*, analisi sensoriali, croccantezza, dimensione cellulare, marcatori molecolari.

Valutazione dell'acido shikimico in vini monovitigno

Puccioni S., Zombardo A., Epifani A.M., Giannetti F.

franco.giannetti@crea.gov.it

CREA – Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di ricerca Viticoltura ed Enologia- Arezzo

L'acido scikimico (acido 3,4,5-Tri-idrossi-1-cicloesene-1-carbossilico, SHA) nella cellula vegetale rappresenta un importante intermedio metabolico per la formazione di composti primari e secondari. La via dello shikimato fornisce la possibilità per la formazione di aminoacidi (fenilalanina, tirosina e triptofano) e composti fenolici. Questo secondo aspetto risulta importante nell'uva in quanto precursore dell'acido gallico e suoi derivati e dei composti flavonoidi (antociani, flavonoli e tannini).

Il nome comune deriva dall'anice giapponese (*Illicium anisatum*), noto come shikimi, che presenta un frutto velenoso, da dove venne estratto per la prima volta; può anche essere estratto dal simile anice stellato (*Illicium verum*), con resa del 3-7 %. Riveste particolare interesse nell'industria farmaceutica come prodotto di partenza per la produzione dell'antivirale Tamiflu (Oseltamivir) (Zang et al. 2008). Anche da alcune piante del genere *Liquidambar* originarie del continente americano è possibile un'estrazione dai frutti con resa del 1,5-3 %. Un'altra possibilità deriva da processi biotecnologici che attraverso la coltivazione di particolari colonie di *Escherichia Coli* riescono a produrre questo composto.

L'acido scikimico per la sua funzione di intermedio biosintetico si ritrova generalmente in basse concentrazioni e nell'uva rappresenta un acido carbossilico minore che segue come per gli acidi maggiori e caratteristici dell'uva, i passaggi dalla polpa al mosto ed al vino caratterizzando quindi sia i vini rossi che bianchi.

Nei vini bianchi, in particolare, dove la quantità di polifenoli è ridotta, il contenuto di questo composto, può risultare ancor più interessante in quanto esistono lavori che evidenziano importanti aspetti salutistici per le proprietà di prevenzione del danno cerebrale in caso di ischemia indotta da trombosi (Ma et al. 1999), spiccata attività inibente l'aggregazione piastrinica (Ma et al. 2000), azione antinfiammatoria (El-Seedi et al. 2003) ed antivirale (Giovannini et al 2008).

Precedenti lavori relativi al contenuto nei vini indicano questo composto come possibile marker varietale mettendo in evidenza una discreta variabilità legata al vitigno con quantità comprese fra 3-4 mg/L fino 80-90 mg/L (Versini et al. 2003), (Fischleitner et al. 2004), (Chabreyrie et al. 2008) con possibili influenze legate alle caratteristiche agronomiche ed alle tecniche di vinificazione (Tamborra et al. 2014, Roman et al. 2018)

In questo lavoro si è confrontato il contenuto di acido scikimico in vini rossi e bianchi monovitigno prodotti con le uve provenienti da tre diversi campi sperimentali situati in Toscana.

Parole chiave: acido shikimico, vitigno, HPLC.

Valutazione dell'attività antiossidante di bacche e foglie di *Myrtus communis* L.

Medda S.¹, Fadda A.², Dessena L.¹, Mulas M.¹

mmulas@uniss.it

¹Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari.

²ISPA-CNR, Traversa la Crucca 3. Loc Baldinca Li Punti, 07100 Sassari.

In questo lavoro è stata valutata l'attività antiossidante di bacche e foglie di cinque cultivar di mirto originarie da diverse località della Sardegna e cresciute nello stesso campo collezione dell'Università degli Studi di Sassari. Inoltre, è stato quantificato il contenuto totale di polifenoli, antociani e tannini durante il periodo di sviluppo e maturazione dei frutti. In alcuni stadi di sviluppo è stata determinata l'attività antiossidante con differenti saggi colorimetrici (FRAP, ABTS, DPPH e β -carotene) e con la tecnica della risonanza paramagnetica elettronica (EPR). I risultati dell'attività antiossidante di bacche e foglie di mirto hanno mostrato differenze tra le cultivar analizzate. Inoltre, è stata trovata una correlazione positiva tra il contenuto di polifenoli totali e l'attività antiossidante rilevata con i saggi ABTS e DPPH.

La bassa correlazione tra il contenuto di antociani e l'attività antiossidante suggerisce che altri composti fenolici, come i tannini, contribuiscono maggiormente all'attività antiossidante. In particolare, i tannini sono coinvolti nell'attività anti-radicalica degli estratti di bacche di mirto rilevata con il saggio DPPH. Le analisi effettuate con l'EPR indicano che le bacche di mirto manifestano un'attività antiossidante nel frutto in via di sviluppo e maturo rispetto all'inizio dello sviluppo e alla fase finale della maturazione.

Infine, è stata valutata l'influenza dell'altitudine del sito di origine delle cultivar sulla potenziale attività antiossidante. Negli estratti di foglie l'attività antiossidante rilevata con il saggio FRAP e ABTS era positivamente correlata con l'altitudine, mentre nelle bacche è stata trovata una tendenza opposta.

Parole chiave: mirto, foglie, bacche, composti fenolici, attività antiossidante.

Variazione del contenuto di polifenoli e vitamina C in frutti di fragole derivanti da miglioramento genetico

Mazzoni L., Qaderi R., Balducci F., Marcellini M., Capocasa F., Mezzetti B.

l.mazzoni@staff.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

La modifica dello stile di vita nella società moderna ha evidenziato nuovi aspetti cruciali dal punto di vista nutrizionale. Il consumatore moderno, infatti, è sempre più attento all'assunzione di alimenti che, oltre a soddisfare l'appetito, presentino altri vantaggi per la salute dell'uomo, grazie alla presenza di molecole bioattive. Tra i frutti, la fragola ha ricevuto negli ultimi anni un'attenzione crescente e un numero sempre maggiore di studi ha dimostrato come un consumo di fragole a breve o lungo termine possa essere vantaggioso per la salute dei consumatori. Le proprietà nutrizionali della fragola dipendono dalla quantità e dal profilo dei composti bioattivi e antiossidanti che contiene (es. polifenoli e vitamine). L'obiettivo di recenti programmi di miglioramento genetico è quello di selezionare nuove cultivar di fragole che presentino, oltre ad alti standard produttivi e qualitativi, frutti con elevate concentrazioni di composti antiossidanti. In questo studio, 14 cultivar commerciali e 5 selezioni avanzate del programma di breeding dell'UNIVPM-D3A sono state valutate a fondo per la loro qualità nutrizionale per tre anni consecutivi, dal 2016 al 2018. La concentrazione dei principali composti bioattivi, quali antociani, acidi fenolici e vitamina C, è stata valutata tramite cromatografia liquida ad alte prestazioni (HPLC). I risultati dimostrano l'elevata variabilità nella composizione dei composti bioattivi dei frutti di cultivar e nuove selezioni derivanti da programmi di miglioramento genetico. Lo studio della variabilità disponibile nei programmi di miglioramento genetico risulta fondamentale per identificare i parentali più interessanti per nuovi programmi d'incrocio e selezionare nuove cultivars con frutti ad elevato contenuto di polifenoli e vitamine, stabili durante diversi cicli colturali, da etichettare con una dichiarazione compositiva per promuovere la loro potenziale azione benefica nei confronti dei consumatori.

Parole chiave: HPLC, qualità nutrizionale, composti fitochimici, cultivar, breeding.

Difesa e altre tematiche

Assessment of a *Trichoderma*-based biostimulant on two bedding plant growth in different growing media and within a basal heating system

Orlandini A¹, Cacini S.², Brambilla M.³, Burchi G.², Cutini M.³, Fedrizzi M.¹, Massa D.², Ceccarelli A.V.⁴, Cardarelli M.⁵

sonia.cacini@crea.gov.it

¹CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Via della Pascolare 16, 00015 Monterotondo, Roma, Italia

²CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via dei Fiori 8, 51017 Pescia (PT), Italia

³CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Via Milano 43, 24047 Treviglio (BG), Italia

⁴Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università della Tuscia, Via San Camillo de Lellis snc 01100 Viterbo, Italia

⁵CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via Cavallegeri 25, 84098, Pontecagnano (SA), Italia

Bedding plant production for the early spring market is usually characterized by high energy input, as plants are grown in greenhouse condition during winter by maintaining a minimum temperature of at least 15 °C. Moreover, this kind of production results as quite sensitive to fungi diseases, especially when high relative humidity values occur. The need to increase ornamental plant production sustainability is moving this sector towards using new technics and technologies like the introduction of biocontrol agents as growth improvers, growing media alternative to peat, and energy saving technologies to manage greenhouse climatic conditions. Among biocontrol agents, *Trichoderma* species are well known as plant growth promoters as they can enhance abiotic stress tolerance, nutrient uptake, photosynthesis, phytohormone synthesis, and enhance natural suppressiveness against both soil- and air-borne pathogens. On the other hand, not much information is available concerning the beneficial effect of *Trichoderma* on bedding plants in a soilless system, especially by comparing different growing media and cultural conditions. Coconut coir dust is a peat-alternative that finds excellent application in the ornamental sector. Therefore the investigation of the effectiveness of the interaction between *Trichoderma* and coir dust on two widespread bedding plants, *i.e.*, *Impatiens walleriana* and *Pelargonium zonale*, appears meaningful, also taking into account that both these species are cultivated during winter in heated greenhouse for early productions. In this work, two years of trials are presented: i) the first year on cuttings of *I. walleriana* ‘Buddha F1 Carmine’; ii) the second year on cuttings of *P. zonale* ZoNice® ‘Abelina’. Cuttings were transplanted in 1.2 L pots by applying six treatments as a combination of i) two growing media, *i.e.*, peat:perlite and coconut coir dust: perlite (both 70:30, v v⁻¹); ii) amended growing media with and without *Trichoderma*; and iii) with and without basal heating of 16 °C. Cultivation was carried out by maintaining the greenhouse temperature of 5 °C, and applying fertirrigation with capillary irrigation system according to weather conditions. At the end of the production cycle, both destructive and not biometric parameters were measured, in addition to eco-physiological and nutrient content analysis of plant tissue and *Trichoderma* detection and quantification in growing media. Results confirmed that *Trichoderma* readily colonizes coir, as well as peat, to promote plant growth.

Keywords: *Impatiens walleriana*, *Pelargonium zonale*, beneficial fungi, peat, coconut coir dust.

Comunità batteriche e fungine del pomodoro: dal vivaio alla serra, in suolo e fuori-suolo

Anzalone A.¹, Bergna A.², Dimaria G.¹, Di Guardo M.¹, Mosca A.¹, Leonardi C.¹, Berg G.², Catara V.¹

vcatara@unict.it

¹*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania, Catania, Italia.*

²*Institute of Environmental Biotechnology, Graz University of Technology, Via Petersgasse 12, 8010 Graz, Austria.*

Le comunità microbiche hanno un ruolo centrale nella salute e nella produttività delle piante durante l'intero ciclo di vita. La loro composizione e struttura varia a seconda degli organi e dei compartimenti come rizosfera, fillosfera e endosfera, che sono habitat specifici per la colonizzazione microbica. In questo studio abbiamo valutato la formazione e la composizione delle comunità batteriche e fungine di pomodoro in condizioni rappresentative di crescita in vivaio e in una serra localizzati in provincia di Ragusa. I campionamenti hanno riguardato in vivaio, i semi (cv Proxy), il substrato di crescita vergine (torba) e le plantule pronte per il trapianto. Nella fase di coltivazione in serra sono stati analizzati prima del trapianto campioni di suolo agrario e di substrato di coltivazione (fibra di cocco) e in corrispondenza dell'inizio dell'allegagione le piante (rizosfera e endorizosfera). L'estrazione del DNA è stata eseguita con il FastPrep® System. Due coppie primer con differenti 'barcode' sono state utilizzate per l'amplificazione della regione ipervariabile 4 del gene codificante il 16S rRNA batterico e parte della regione ITS1 dell'operone dell'rRNA fungino. Un pool di 126 campioni è stato concentrato equimolarmente e inviato per il sequenziamento Illumina MiSeq. La preparazione delle sequenze grezze e l'analisi dei dati è stata eseguita utilizzando la piattaforma bioinformatica QIIME 2. A livello di phylum le comunità batteriche e fungine di tutti i microhabitat erano prevalentemente costituite rispettivamente da Proteobacteria e da Ascomycota. La diversità alfa stimata con gli indici di Chao1 e Shannon, era più alta tra le comunità batteriche, seguita da quelle fungine. Per quanto riguarda le comunità batteriche la diversità tassonomica dell'endorizosfera (sia di semi sia di radici) era notevolmente inferiore a quella della rizosfera, del suolo agricolo e dei substrati in crescita (torba e fibra di cocco). Tutti i campioni hanno mostrato un'elevata diversità delle comunità fungine ad eccezione di quelle del substrato di fibra di cocco e i semi. L'analisi della diversità delle comunità fungine ha mostrato un'elevata dispersione in tutti i campioni mentre l'analisi delle comunità batteriche evidenzia che la rizosfera delle piante coltivate in fibra di cocco mostra l'influenza delle comunità batteriche del vivaio mentre quella delle piante coltivate nel suolo agrario in breve tempo ne subisce l'influenza. Nell'endorizosfere di piante coltivate in terreno agrario e in fibra di cocco i generi batterici più frequenti erano rappresentati rispettivamente dai generi *Pseudomonas*, *Streptomyces* e *Bacillus* e *Flavobacterium*, *Bacillus* e *Rhodococcus*. I risultati sono in discussione in relazione alle potenzialità benefiche dei taxa.

Parole chiave: pomodoro, microbioma, metabarcoding, salute delle piante, batteri benefici.

Digital tools for the early detection of grey mould symptoms on rose plants

Traversari S.¹, Nicastro N.², Nesi B.¹, Nin S.¹, Ortenzi L.³, Pallottino F.³, Pane C.², Cacini S.¹

silvia.traversari@crea.gov.it

¹CREA, Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Via dei Fiori 8, 51017, Pescia (PT), Italy

²CREA, Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Via Cavallegeri 25, 84098, Pontecagnano Faiano (SA), Italy

³CREA, Research Centre for Engineering and Agro-Food Processing, Council for Agricultural Research and Economics, Via della Pascolare 16, 00015, Monterotondo (RM), Italy

In the ornamental sector, fungal diseases are a crucial concern for producers causing important losses. In particular, *Botrytis cinerea*, the agent of grey mould, attacks a wide variety of ornamentals causing grey-brown lesions on leaves, stems, and flowers. Since the European regulations impose severe limitations concerning fungicide use, the development of alternative and sustainable practices for disease management becomes extremely relevant. Therefore, the identification of innovative and fast methods, applicable on a large scale, for the early detection of fungal diseases represents a potential successful strategy.

In this work the application of some digital tools for the detection of *B. cinerea* was tested on rose plants, considered a mainstay product of the ornamental sector. Specifically, two rose cultivars, 'Botticelli[®]' and 'Iceberg[®]', were artificially inoculated with a suspension of conidia obtained from fungal mycelium grown on solid medium. Rose plants were kept in a growth chamber and analysed after 7 and 14 days from the inoculum in comparison with non-inoculated plants. In details, chlorophyll efficiency was monitored through spot measures and induction curves (F_v/F_m , qP, NPQ). In addition, the leaf pigments were evaluated by both SPAD measures and biochemical analyses. Plant canopy was also analysed through a Specim IQ hyperspectral camera, working in the range of 400–1000 nm, and a HD FLIR T1030sc thermal camera.

Results showed that fluorescence spot measures did not highlight variations in Photosystem II efficiency in inoculated plants compared with the healthy ones, while the measures of qP and NPQ through induction curves were able to identify alterations in inoculated plants. SPAD index increased after 14 days from the inoculum in the cv. 'Iceberg[®]' in concomitance with a decrease in chlorophyll concentrations. Whereas, chlorophyll concentrations increased in the cv. 'Botticelli[®]' after 14 days. Finally, the reflectance value in the spectral signatures of the leaves, obtained through the hyperspectral camera, showed a decrease over time in both inoculated cultivars, while the thermal analysis highlighted an increase of canopy temperature that reached the highest values after 14 days from the inoculum.

In conclusion, the monitoring of chlorophyll concentration and Photosystem II efficiency could predict the grey mould leaf infection. However, the efficacy appears to be dependent also on the cultivar. Hyperspectral and thermal imaging, paired with advanced statistical models, could detect the plant stress due to the grey mould infection, with the possibility to build mathematical models for the real-time assessment of the plant health state, potentially allowing an early detection of diseases.

Keywords: *Botrytis cinerea*, fluorescence, fungal diseases, hyperspectral and thermal imaging, *Rosa* spp.

Economia circolare e sostenibilità della filiera della pera IGP del Mantovano: recupero di frutti con fisiopatie per la produzione di chips di pera

Vanoli M.¹, Cortellino G.¹, Buccheri M.¹, Grassi M.¹, Lovati F.¹, Caramanico R.¹, Levoni P.², Spinelli L.³, Torricelli A.^{2,3}

maristella.vanoli@crea.gov.it

¹CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, via Venezian 26, 20133 Milano

²Politecnico di Milano, Dipartimento di Fisica, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano

³Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, CNR-IFN, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano

Il progetto ESPERA (Regione Lombardia) mira al miglioramento della gestione della filiera della pera IGP del Mantovano mediante l'implementazione di innovative soluzioni tecnologiche, di processo e organizzative, per limitare gli sprechi e valorizzare gli scarti. Il progetto prevede la determinazione di un indice di maturazione non distruttivo da utilizzare alla raccolta come strumento di selezione per migliorare la conservazione delle pere; l'utilizzo di frutti non idonei al consumo fresco come materia prima per la produzione di chips di pera, un prodotto ad elevato valore nutrizionale non ancora presente sul mercato, e il recupero dello scarto della produzione di chips per l'estrazione di composti ad alto valore salustico. Questo lavoro ha lo scopo di studiare l'effetto del grado di maturazione alla raccolta determinato in modo non distruttivo mediante spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo (TRS) sull'incidenza di fisiopatie in pere 'Abate Fetel' raccolte presso la OP CORMA di San Giovanni del Dosso (MN) e di valutare la qualità di chips di pera ottenute da frutti con fisiopatie. Alla raccolta 720 frutti sono stati misurati a 670 nm mediante TRS, ordinati per coefficiente di assorbimento μ_a 670 decrescente (maturazione crescente) in tre gradi di maturazione (poco-PoM, medio-MeM, molto maturo-MoM) e randomizzati in 12 campioni, di cui 6 campioni sono stati trattati con 1-MCP. Le pere sono state conservate per 17, 21 e 25 settimane a -1°C in aria e in atmosfera controllata ($8\%\text{O}_2$, $1\%\text{CO}_2$). Al termine di ogni periodo di conservazione, i frutti sono stati posti a 20°C e dopo 7 giorni sono state valutate le fisiopatie e la loro severità. I frutti hanno manifestato riscaldamento superficiale (RS), disfacimenti interni (DI) e marciumi (M). La maggiore incidenza di RS è stata osservata nelle pere non trattate con 1-MCP e conservate in aria (79-83%). Le pere MoM hanno mostrato una percentuale minore di RS rispetto ai frutti PoM, indipendentemente dal trattamento con 1-MCP, dall'atmosfera e dalla durata della conservazione. Inoltre, nelle pere MoM RS era di lieve entità, cioè le pere erano ancora commerciabili, mentre nei frutti PoM e MeM RS era di entità medio-forte. Le pere MoM, tuttavia, hanno evidenziato una maggiore incidenza di DI che aumentava con la durata della conservazione e di M che era massima dopo 17 e 25 settimane. Le pere con RS sono state utilizzate per la produzione di chips di pera: 3 rondelle/frutto dello spessore di 4 mm sono state essiccate a 80°C . Le chips di pera hanno mostrato una colorazione ($L^*=67,9\pm 0,2$; $a^*=7,5\pm 0,1$; $b^*=36,0\pm 0,2$; indice di imbrunimento $81,6\pm 0,8$) e una durezza al bending-snapping ($4,4\pm 0,1$ N) del tutto confrontabili con quelle di chips di mele commerciali, senza evidenziare differenze in base alla severità dell'RS.

Parole chiave: Spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo, maturazione, conservazione, riscaldamento superficiale, *Pyrus communis*.

Effectiveness of sustainable alternatives to copper compounds for the biocontrol of citrus fungal diseases

Lombardo M.¹, Panebianco S.^{1,2}, Anzalone A.¹, Catara V.¹, Cirvilleri G.¹

monia.lombardo@phd.unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania

²Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Catania

Control of citrus plant pathogens still relies on the use of chemical fungicides, including copper compounds. The use of copper is controversial and its application is limited in most European countries both in conventional and organic farming. The repeated use of copper compounds results in their accumulation in soil, with undesirable effects on crops and soil organisms. Furthermore, also due to the recent evolution of the European legislation, further restrictions on their use are expected. Therefore, researches are needed to screen alternative products able to reduce or to phase out copper in organic citrus farming. This represents a priority in Italy, where organic farming is highly developed if compared to other European countries, and even more in Sicily that represents the region with the largest biological areas and where typical citrus varieties of high quality, such as the pigmented orange “Tarocco”, are cultivated. This work aimed to evaluate the inhibitory efficacy of alternative available products *in vitro*, in growth chamber and in open field against *Colletotrichum gloeosporioides* and *Alternaria alternata*, collected from symptomatic citrus plants in Sicily. Mineral fertilizers with low - copper content, basic substances, plant extracts and biological control agents were tested at different concentrations and some of them were tested in combination. Alternative products were able, with variable efficacy, to inhibit *in vitro* the mycelial growth of fungal pathogens. Products were subsequently evaluated in growth chamber trials on citrus fruit artificially inoculated with *C. gloeosporioides*, and disease incidence and severity were evaluated in comparison to copper oxychloride treatment used as control. On the whole, mineral fertilizers, sweet orange essential oil and basic substances were able to reduce disease incidence and disease severity of anthracnose with efficacy comparable to copper. The most effective products were selected and tested in open field against natural infections caused by *C. gloeosporioides* on oranges cultivar Tarocco Scirè. Two mineral fertilizers, one essential oil and one basic product were used, showing to be as effective as copper in reducing disease incidence. On the whole, the good efficacy of selected products in *in vitro* and *in vivo* tests provides useful information for the field management of citrus pathogens and for promising applications in organic citrus orchards as alternatives to copper compounds.

This work was carried out under the Organic PLUS project that has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no. 774340 — Organic PLUS.

Keywords: biocontrol, copper compounds, sustainable agriculture, *Colletotrichum* spp., *Alternaria* spp.

Effetti cultivar-specifici nel reclutamento del microbioma associato alla pianta di fragola

Cellini A.¹, Sangiorgio D.¹, Donati I.¹, Ferrari E.², Tanunchai B.³, Wahdan S.F.M.³, Sadubsarn D.³, Farneti B.⁴, Buscot F.^{3,5}, Spinelli F.¹, Purahong W.³

antonio.cellini2@unibo.it; i.donati@unibo.it

¹Dipartimento di scienze e tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum -Università di Bologna, viale G. Fanin 44, 40127 – Bologna

²Department of Chemical and Geological Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena, Italy

³UFZ-Helmholtz Centre for Environmental Research, Department of Soil Ecology, Theodor-Lieser-Str. 4, D-06120 Halle (Saale), Germany

⁴Fondazione Edmund Mach, Research and Innovation Centre, Via E. Mach 1, 38010, S. Michele all'Adige (TN), Italy

⁵German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Halle-Jena-Leipzig, Deutscher Platz 5e, D-04103 Leipzig, Germany

Il microbioma associato con la pianta ha una cruciale influenza sul fenotipo, la fisiologia e produttività delle stesse. Per questo motivo, nell'ultimo decennio si è consolidato il concetto di olobioma che considera la pianta non come un singolo individuo, ma come il risultato della complessa e dinamica rete di interazioni ecologiche tra pianta e microrganismi. La nostra ricerca fornisce la prima descrizione completa del microbioma del suolo, della rizosfera, delle radici e delle parti aeree di tre cultivar di fragole commercialmente importanti ('Darselect', 'Elsanta' e 'Monterey'). La comunità fungina e batterica è stata caratterizzata funzionalmente per indagarne l'influenza sul fenotipo della pianta, lo stato nutrizionale, la qualità dei frutti e la tolleranza alle malattie. Il microbioma essenziale (core microbiome) include 24 taxa batterici e 15 funghi presenti in tutti gli organi vegetali e tutti i genotipi studiati. Tuttavia, sia l'organo vegetale che il genotipo hanno avuto un ruolo significativo sulla composizione e struttura della comunità microbiche. I nostri dati indicano come le differenze nel microbioma delle cultivar correlino con la resistenza alle malattie, il contenuto di nutrienti minerali nella pianta e i principali parametri di qualità dei frutti. Inoltre, solo il genotipo 'Monterey', tollerante ad alcune malattie, è stato in grado di reclutare *Pseudomonas fluorescens* in tutti gli organi vegetali e di stabilire la simbiosi con la micorriza arbuscolare *Rhizophagus irregularis*. Queste due specie includono diversi ceppi che agiscono come agenti di controllo biologico dei patogeni, promotori della crescita delle piante e induttori della difesa delle piante. Complessivamente, i nostri risultati suggeriscono che sia i programmi di breeding, sia le tecniche di coltivazione debbano prendere in considerazione l'effetto mediato dal microbioma sulla fisiologia e la produttività della pianta. Questo nuovo approccio permetterà di sviluppare nuove tecniche colturali sostenibili in grado di massimizzare la resistenza della pianta agli stress ambientali evitando l'instaurarsi di situazioni disbiotiche.

Parole chiave: olobionte, *Fragaria x ananassa*, Next Generation Sequencing, controllo biologico, interazioni pianta-microrganismi.

Filiere corte o filiere smart?

Petrini A., Bulgari R., Ertani A., Nicola S.

alice.petrini@unito.it

Department of Agricultural, Forest, and Food Sciences, DISAFA, Vegetable Crops and Medicinal and Aromatic Plants, VEGMAP, Università degli Studi di Torino, Largo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Italy

Definire le filiere corte agroalimentari è da sempre qualcosa di complesso, in quanto gli attori coinvolti sono realtà molto differenti fra loro, ad esempio come tipologia di prodotto e canali di vendita. Le varie definizioni presenti hanno spesso delle parole chiave che le accomunano, come la vicinanza, sia geografica sia sociale, e il ridotto numero, o l'assenza, di intermediari. Questo tipo di approccio permette sia di avvicinare la domanda all'offerta sia di instaurare un rapporto di fiducia tra le due parti. La diretta conoscenza, la tracciabilità e la qualità della materia prima, che possono essere verificate con mano, sono fattori molto graditi dal consumatore. Tuttavia, siamo sicuri che in epoca attuale tali definizioni siano ancora rappresentative? Nella fase iniziale della pandemia, i consumatori hanno rivolto la loro attenzione all'acquisto di beni alimentari meno deperibili e si sono rivolti ai canali della grande distribuzione organizzata. Quest'ultima non si è però rivelata reattiva nei confronti delle sfide poste dalla situazione, sia per un discorso di approvvigionamento sia, soprattutto, nel riorganizzare il proprio modello di distribuzione. I sistemi di consegna a domicilio non sono stati in grado di soddisfare le numerose richieste, così molti consumatori si sono rivolti a quei produttori locali che si sono re-inventati sui canali digitali. Questo fenomeno, ben documentato da diverse analisi di mercato, ha poi pienamente sposato il crescente desiderio di prodotti freschi e salutari, in primis frutta e verdura, che hanno caratterizzato le abitudini dei consumatori nelle fasi immediatamente successive al *lockdown* in Italia. Le riaperture hanno confermato la tendenza e, da parte dei produttori, si è visto un crescente interesse verso la vendita diretta, soprattutto per il settore orticolo.

Le filiere corte sono state in grado di dimostrare la loro elasticità e la loro capacità di sapersi adattare alle situazioni, con un comportamento opposto rispetto alla impostata distribuzione organizzata. L'implementazione del commercio tramite internet rappresenta dunque una grande opportunità per i produttori della filiera corta, nonostante spesso apra a compravendite sì dirette ma non sempre a carattere locale. Sorge spontanea una domanda: nel 2021 è ancora attuale parlare di "km 0"? Le nuove soluzioni che permettono al consumatore di acquistare, direttamente dal produttore e in pochi secondi, frutta e verdura fresca a portata di click, offrono l'occasione di interpretare le filiere corte in un'ottica nuova, potendo diventare meno "locali", più diffuse e accessibili, al passo con i tempi, mantenendo la loro capacità di essere vicine al cliente e contribuendo alla valorizzazione della catena del valore dell'orto-frutta fresca.

Parole chiave: Filiere corte, km 0, pandemia, filiere smart.

Moria del Kiwi: alterazione della struttura anatomica e morfologica delle radici di actinidia sottoposte a condizioni di asfissia del suolo

D'Ippolito I.¹, Mininni A.N.¹, Dichio B.¹, Sofo A.¹, Reyes F.¹, Scillitani. G.², Mastrodonato M.², Mastroleo M.³, Xylogiannis E.³

dippolito.ilaria@libero.it

¹Università degli studi della Basilicata, DiCEM, via Lanera, 20 Matera 75100

²Università degli studi di Bari, Dip. Biologia, via E. Orabona, 4 Bari 70126

³Zespri Fresh Produce Italy Srl. Via delle Margherite 121, 04011 Aprilia (LT)

L'Italia, secondo paese produttore di actinidia al mondo, ha perso il 10% della sua produzione negli ultimi anni a causa della diffusione della sindrome del declino dell'actinidia (KVDS/moria). Sintomi simili al KVDS sono stati osservati in diversi ambienti e vengono spesso associati a ristagno idrico e asfissia radicale, con conseguente marciume radicale.

Nell'ambito del progetto Zespri "Water and soil management of G3 in Italy", nel 2020 è stata avviata la sperimentazione in actinidieti colpiti da moria a Latina (Lazio, - ET0 732 mm) al fine di indagare sulle possibili cause e suggerire delle soluzioni per contrastare questa fisiopatologia. Sono stati raccolti campioni di radici da piante sane e confrontati con campioni raccolti da piante affette da KVDS.

Per l'analisi microscopica, le radici sono state fissate in formalina al 10%, disidratate e incluse in paraffina. Ogni singolo campione è stato sezionato in sezioni dello spessore di 5 µm e colorate con diverse metodiche. Macroscopicamente, le radici affette da KVDS sono risultate marcescenti, mostrando una perdita di rizoderma e parenchima corticale. L'analisi microscopica ha rilevato danneggiamenti del sistema radicale con rottura e decomposizione tissutale, sfaldamento di rizoderma, area corticale con evidente perdita di turgore cellulare, disfacimento iniziale della stele ed evidente distacco della corteccia dai tessuti conduttori centrali. Nel campione di controllo, le radici hanno presentato un rizoderma con spessore di 13 µm e una dimensione media di cellule del parenchima di 44,5 µm, a differenza del campione KVDS, in cui lo spessore del rizoderma, quasi assente, è stato di 8,3 µm e la dimensione media delle cellule di 34,7 µm.

Dall'analisi dei gas tellurici è emerso che, conseguentemente all'insorgenza del ristagno idrico nel suolo, nei suoli attorno alle piante colpite da KVDS, il potenziale redox, parametro inversamente correlato alla concentrazione di ossigeno, è risultato essere significativamente più basso (+331 vs. +368 mV; media 0-90 cm di profondità), mentre sono state riscontrate concentrazioni più elevate di CO₂ (7467 vs. 5870 ppm; media 0-90 cm di profondità), un indicatore di condizioni anossiche del suolo.

Per migliorare le qualità fisiche del suolo e assicurare una crescita ottimale delle radici di actinidia, sarà applicata una gestione innovativa del suolo volta ad aumentarne la sostanza organica e ridurre la compattazione, facilitando il movimento orizzontale e verticale dell'acqua nel terreno per fornire alle radici di actinidia l'ossigeno necessario per mitigare gli effetti di microrganismi potenzialmente patogeni, molti dei quali proliferano in ambienti anaerobi. Sarà, infine, ottimizzata la gestione della chioma e dell'apparato radicale per bilanciare il rapporto tra radici e foglie e migliorare la capacità delle piante di riprendersi da questo declino fisiologico.

Parole chiave: ristagno idrico, gas tellurici, actinidia, gestione del suolo.

Next Generation Sequencing as diagnostic tool for the accession of candidate citrus trees at the Certification Program

Licciardello G.¹, Ferraro R.², Russo M.², Bazzano M.², Scuderi G.², Catara A.³

grazia.licciardello@crea.gov.it

¹Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria-Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA), C. da Li Rocchi - Vermicelli, Via Settimio Severo 83, 87036 Rende (CS), Italy

²Agrobiotech Soc. Coop. z.i. Blocco Palma I, Stradale Lancia 57, 95121 Catania, Italy

³Formerly, Department of Phytosanitary Science and Technologies, University of Catania, Via Santa Sofia 100, 95123 Catania, Italy

Pathogen-free propagative materials are key to preventing the spread of old and new systemic diseases that threaten the citrus and fruit industry worldwide. The relative standards are regulated by international phytosanitary measures regarding the production of buds and seeds. Italy has chosen the highest level of qualification which implies several bioindexing and molecular assays. Based on RNA analysis, next generation sequencing (NGS) could potentially detect simultaneously all the virus and viroids infecting a tree, including those non yet identified. Many laboratories are investigating whether NGS is an equally practical and reliable diagnostic tool as the current assays for detecting known graft transmissible pathogens. We evaluated NGS for the detection and identification of multiple virus and viroid infections from several field-grown sweet oranges, displaying different levels of infections. The small RNA fractions extracted from the bark were sequenced using Illumina platforms and the resulting datasets processed for adaptor trimming. After a preliminary plant host filtering step, unpaired reads were aligned with 26 reference genome sequences of 11 citrus viruses (*Citrus tristeza virus*, *Citrus yellow vein clearing virus*, *Citrus tatter leaf virus*, *Citrus sudden death-associated virus*, *Citrus yellow mosaic virus*, *Citrus leprosis virus C*, *Citrus concave gum-associated virus*, *Citrus vein enation virus*, *Satsuma dwarf virus*, *Citrus leaf blotch virus*, *Citrus psorosis virus*) and 6 viroids (*Citrus exocortis viroid*, *Hop stunt viroid*, *Citrus dwarfing viroid*, *Citrus bark cracking viroid*, *Citrus viroid V*, *Citrus bent leaf viroid*) by using Bowtie2. The genomes of targeted viruses and viroids were fully reconstructed and analysed according to threshold values of genome coverage (%) and reads count. The quality of read alignments was tested using QualiMap. The infection profiles were different according to the source. The results were compared with conventional bioindexing and molecular methods.

The results show that NGS could be used as a routine diagnostic tool to provide a comprehensive phytosanitary status of citrus accessions to be introduced into a certification scheme, reducing the greenhouse footprint, labor, time, and cost required for bioindexing.

Further efforts, aimed to define specific details of the protocol, are in progress within the framework of the project "Novarancia", funded by the Rural Program of Sicily. This will help also to expand the information on the phytosanitary status of citrus industry in Sicily.

Keywords: small RNAs, virus detection, bioinformatics, genome coverage, bioindexing.

Questione di tempismo: trattamento biostimolante a base di alga per la prevenzione dello stress da calore su rucola

Petrini A., Cocetta G., Ferrante A.

alice.petrini@unimi.it

Department of Agricultural and Environmental Sciences, DiSAA, Università Degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133 Milano, Italy

Il surriscaldamento globale e le sue conseguenze stanno esacerbando l'impatto degli stress abiotici sulle colture, limitandone qualità e produttività. I sempre più frequenti periodi caratterizzati da temperature estreme, anche negli areali temperati, rendono necessario l'adozione di strategie per fronteggiarli.

Alcuni dei cambiamenti riscontrati nelle piante in risposta a stress da calore, come aumento della produzione di heat shock protein, ormoni vegetali e enzimi antiossidanti e accumulo di metaboliti e composti protettivi, possono essere stimolati con appositi trattamenti, che possono essere impiegati per aiutare la pianta a recuperare dopo una fase di stress, o in maniera preventiva, cioè per favorire l'accumulo di sostanze utili che indurranno nella pianta fenomeni di tolleranza allo stress.

A questo scopo possono essere impiegati i biostimolanti, prodotti derivati da materie prime di origine organica e contenenti molecole diverse, di cui è ampiamente provata l'efficacia in risposta agli stress abiotici. Per molti è ancora da chiarire non solo il meccanismo di funzionamento ma anche il miglior momento di applicazione del trattamento.

La prova in oggetto mira a fornire un'analisi delle risposte trascrizionali e fisiologiche di piante di rucola, *Diplotaxis tenuifolia*, trattate preventivamente con un prodotto biostimolante a base di *Ascophyllum nodosum* e sottoposte a stress termico. Il disegno sperimentale ha previsto diverse condizioni sperimentali, volte a mettere in risalto l'efficacia dei trattamenti svolti nei diversi intervalli temporali. Il prodotto è stato applicato a diversi time point (12, 24, 48 e 72 ore) prima dello stress, ottenuto mantenendo le piante a 37°C per intervalli di 4 ore al giorno per 4 giorni.

A 24 ore dall'inizio dello stress, sono stati prelevati campioni per analisi del trascrittoma (RNAseq) e sono state svolte valutazioni *in vivo* dell'efficienza del PSII attraverso una analisi della fluorescenza della clorofilla *a*. La stessa valutazione è stata ripetuta dopo 4 giorni di stress, insieme a campionamenti per analisi fisiologiche (contenuto in clorofilla, carotenoidi, indice fenolico, antociani e zuccheri).

I risultati ottenuti hanno permesso di identificare l'epoca in cui il trattamento biostimolante risulta maggiormente efficace. Le analisi effettuate hanno infatti evidenziato variazioni significative in termini di efficienza fotosintetica, indice fenolico e contenuto in antociani nei diversi tempi considerati. Le analisi di RNA-seq, attualmente in corso, permetteranno di evidenziare i meccanismi di azione del prodotto e di individuare le principali vie metaboliche stimulate dal trattamento in combinazione con lo stress.

Parole chiave: biostimolanti, rucola, stress abiotici, stress termico, timing applicazione.

Setting up of alert systems for the early detection of fungal diseases on *Rosa* spp.

Traversari S.¹, Battista P.², Massa D.¹, Nesi B.¹, Pane C.³, Rapi B.², Romani M.², Sabatini F.², Cacini S.¹

silvia.traversari@crea.gov.it

¹CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Via dei Fiori 8, 51017, Pescia (PT), Italy

²Institute of BioEconomy (IBE), National Council of Research, Via Madonna del Piano 10, 50019, Sesto Fiorentino (FI), Italy

³CREA, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via Cavallegeri 25, 84098, Pontecagnano Faiano (SA), Italy

Plants belonging to the *Rose* genus are among the main products of national and international floricultural sector, both as landscaping shrubs and for cut flower production. Depending on the type of production, rose plants are usually grown in soilless systems, e.g., pot, in open field conditions or into greenhouses. Both types of cultivation are very susceptible to fungal pathogen attacks that can strongly affect plant growth and aesthetic appearance constituting a serious concern for producers. The decreasingly availability of effective fungicides, for both environmental issues and the increasing pathogen resistance, necessitates the development of alternative methods for pathogen control. In particular, an early detection of pathogens is critical to face the ambitious challenge of a sustainable disease management. In this regard, the development and validation of models based on pathogen cycle stage in relation with the micrometeorological conditions seem a promising strategy for the pathogen spread prediction and prevention. Thus, the aim of this work was the development of alert systems for fungal disease outbreaks for rose plants based on new models on micrometeorological parameters or the improvement of existing ones. The models were validated with the help of imaging tools (*i.e.*, multispectral camera) and molecular biology methods. In particular, two experimental sites were set up: *i*) landscaping floribunda roses in a nursery, 384 plants organized in 24 blocks of 16 plants belonging to three cultivars with different sensitivity to fungal pathogens, monitored with a weather station, five intra-canopy air humidity and temperature sensors, two substrate humidity and temperature sensors; *ii*) cut flower roses in a protected environment, 288 plants organized in 18 blocks of 16 plants belonging to three cultivars with different sensitivity to fungal pathogens, monitored with 5 extra- and intra-canopy air temperature and humidity sensors and four substrate humidity and temperature sensors. The spread of fungal pathogens, *i.e.*, *Botrytis cinerea* and *Sphaerotheca pannosa*, two of the main fungi affecting aerial parts of rose plants, was monitored for one year in combination with multispectral image elaborations and molecular detection of pathogen DNA as well as a weekly record of plant symptoms. Main findings and major problems regarding the early detection of pathogens with these integrated techniques will be discussed focusing on the future perspectives of the applications of these precision agriculture techniques in the ornamental sector.

Keywords: micrometeorological parameters, fungal risk models, floriculture, imaging, molecular biology.

Sostenibilità economica ed ambientale delle produzioni olivicole: un caso studio in Sicilia

Maesano G.¹, Chinnici G.¹, Falcone G.², Pappalardo G.¹, Bracco S.¹, D'Amico M.¹

chinnici@unict.it

¹*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia 98-100, 95123, Catania, Italia*

²*Dipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Località Feo di Vito, 89122, Reggio Calabria, Italia)*

La crescente carenza di risorse idriche a livello mondiale ha stimolato la ricerca allo sviluppo di modelli di risparmio idrico efficienti dal punto di vista tecnico ed economico. Nell'ambito di una gestione sostenibile delle risorse idriche in ambiente mediterraneo, l'uso dell'irrigazione deficitaria può risultare particolarmente idonea, con migliori performance rispetto a quella a pieno soddisfacimento idrico della coltura, determinando un notevole risparmio della risorsa idrica. Sebbene vi sia un crescente riconoscimento del ruolo positivo sugli impatti ambientali svolto dalle tecniche di risparmio idrico, vi è incertezza circa l'effetto di queste ultime sugli impatti economici delle aziende agricole.

Il presente lavoro si propone di mettere in luce l'effetto del deficit idrico sull'efficienza economica ed ambientale nelle aziende olivicole. L'approccio metodologico prevede un'analisi degli impatti ambientali mediante la metodologia LCA (Life Cycle Assessment) e degli impatti economici mediante l'analisi dei redditi aziendali.

I risultati, attraverso un confronto di diversi modelli sperimentali, consentono di valutare una maggiore sostenibilità dei modelli che adoperano tecniche di gestione idrica deficitaria in termini sia ambientali che economici. I risultati evidenziano interessanti aspetti legati alle modalità di gestione sostenibile dell'oliveto, incentivando l'attuazione di pratiche più rispettose per l'ambiente.

Parole chiave: sostenibilità, olivicoltura, LCA, redditività, costo di produzione.

Studio delle potenzialità fertilizzanti dell'ammendante compostato misto da biomasse organiche nella viticoltura della regione Emilia-Romagna

Polidori G., Germani M.A., Baldi E., Quartieri M., Filippetti I., Toselli M.

greta.polidori2@unibo.it

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna, Viale Fanin 46, Bologna

Negli ultimi decenni, in molte zone del Mediterraneo si è rilevato un progressivo depauperamento della fertilità dei suoli dovuto, in primo luogo, alla progressiva perdita di sostanza organica a causa dell'attività antropica. I biosolidi derivati da biomasse organiche, opportunamente processati, sono in grado di apportare sostanza organica al suolo, reintegrandone la fertilità.

L'obiettivo della presente sperimentazione è quello di valutare l'effetto di un ammendante, prodotto da un gruppo di aziende leader nel compostaggio (Herambiente SpA, Enomondo Srl, Aimag SpA, Sogliano Ambiente SpA, Salerno Pietro Srl) dalla gestione di materiale di scarto biodegradabile, sulla fertilità del terreno, sullo stato nutrizionale dell'albero, sullo stock di carbonio organico e, infine, sulla qualità della produzione. La sperimentazione è stata condotta in un vigneto di Sangiovese messo a dimora ad hoc nel gennaio 2019 nell'Azienda agraria dell'Università di Bologna a Cadriano (BO). Il vigneto è stato fertilizzato con un ammendante compostato misto (ACM), distribuito alla dose pari a 120 (dose bassa) e 240 kg di N/ha (dose alta), confrontato con un concime N minerale e un controllo non trattato (CTRL). Nel corso della stagione 2020 sono state effettuate analisi sulla concentrazione di N minerale e C microbico del suolo. Inoltre, è stata determinata la concentrazione dei nutrienti nelle foglie e, alla raccolta, sono stati rilevati i dati di produzione e di qualità dell'uva. Infine, prima della ripresa vegetativa, il legno di potatura è stato raccolto per le analisi minerali.

Per entrambe le dosi di ACM, sono stati riscontrati valori di N minerale nel suolo prossimi a quelli ottimali per la coltura, mentre il C microbico non è stato influenzato dal trattamento. Le concentrazioni di N e P fogliare non sono risultate significativamente diverse rispetto al CTRL, mentre quella di K è aumentata. Non c'è stato nessun effetto significativo nell'accumulo di microelementi, ad eccezione del B, che ha mostrato un leggero calo nelle tesi trattate con ACM, e non c'è stato accumulo di metalli pesanti. La qualità dell'uva, a parità di rese, non ha risentito particolarmente dei trattamenti: tuttavia, con la distribuzione di ACM, a dose bassa, il residuo secco rifrattometrico è aumentato rispetto al CTRL e al minerale. Il trattamento con ACM a dose alta ha, infine, aumentato la biomassa legnosa prodotta con la potatura. In conclusione, l'ACM si conferma un prodotto eccellente a dosaggi di circa 20 t/ha.

Parole chiave: azoto minerale disponibile, ammendanti organici, sostenibilità, sostanza organica, vite.

Tolerance of different strawberry cultivars to *Botrytis cinerea* and its relation with fruit quality

Qaderi R., Mazzoni L., Balducci F., Capocasa F., Mezzetti B.

r.qaderi@pm.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia.

Botrytis cinerea is one of the main strawberry pathogens, that is initiated in the field during the growing season and can infect fruits from wounding during harvest and storage. *B. cinerea* infection is a big issue in the strawberry cycle, given that it could reduce the productive yield and the shelf-life duration if takes place in the field or in post-harvest, respectively. For these reasons, it is important to find more tolerant cultivars for field and storage conditions to increase the yield and the shelf-life.

in this study, 5 strawberry cultivars (Romina, Cristina, Silvia, and Sveva developed under UNIVPM breeding program, and Sibilla) were chosen to check the tolerance and susceptibility to *Botrytis cinerea* infection; on these genotypes, also fruit firmness and sugar content were evaluated, to check the relation between these fruit quality characteristics and tolerance/susceptibility to *Botrytis cinerea*.

The tolerance/susceptibility test was performed through an inoculation: strawberry fruits of the different cultivars were immersed in *Botrytis cinerea* suspension or in sterile distilled water for the control, and during the whole experiment (4 days), control and inoculated fruit samples' decay severity was recorded according to an empirical scale with six degrees: 0, healthy fruit; 1, 1% to 20% fruit surface infected; 2, 21% to 40% fruit surface infected; 3, 41% to 60% fruit surface infected; 4, 61% to 80% fruit surface infected; 5, $\geq 81\%$ fruit surface infected and showing sporulation. Each day, after visual evaluation, fruits were frozen and subsequently analyzed for sugar content. The firmness was analyzed on fruits of the same genotypes not involved in the susceptibility trial.

Result shows that Cristina was the most sensitive to *Botrytis cinerea* and Romina was the most tolerant in control trial. However, the most interesting result which we found in treated strawberries, shows that Romina is very sensitive (almost 100%) when we treated it with *Botrytis cinerea*, followed by Sveva, and Silvia was the most tolerant against *Botrytis cinerea* in treated trial. Interestingly, it was also found that, there is a strong negative correlation the firmness (the more firm the fruit, the less susceptible to *Botrytis cinerea*), and the correlation between susceptibility to *B. cinerea* and sugar content was highly positive (the higher sugar content, the more severe the *Botrytis* infection).

Keywords: *Botrytis cinerea*, cultivars, susceptibility, shelf life, firmness, sugar content.

Tomato carposphere-associated bacteria and their antagonistic activity against phytopathogens

Panebianco S.^{1,2}, Lombardo M.², Anzalone A.², Musumarra A.^{1,3}, Pellegriti M.G.³, Catara V.², Cirvillieri G.²

salvina.panebianco@ct.infn.it

¹Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Catania

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania

³Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Catania

Several bacterial and fungal diseases affect both field- and greenhouse-grown tomato crops, causing severe annual yield losses worldwide. Intensive greenhouse cropping systems have greatly facilitated the development of bacterial and fungal diseases and the need to reduce the use of widely applied chemical compounds has encouraged the search of alternative approach for the control of tomato diseases, including the use of biological control agents (BCAs). With the aim to select potential biocontrol agents, within the framework of a project on bioproducts alternative to copper to be used in organic agriculture, we studied epiphytic bacterial communities associated with tomato fruits. Samples were collected from 5 farms located in the south-east of Sicily within the Pachino district. This area is devoted to the production of tomato with the PGI European quality certification and it is specialized in the intensive cultivation of tomato under greenhouse environment. Three tomato typologies (cherry, plum and mini-plum), belonging to seven cultivars, were analysed. Microbial populations associated with tomato carposphere were studied and 160 representative bacterial strains were randomly selected. Approximately 53% of the bacterial isolates were Gram-positive, more widely present in three of the five farms studied; among the Gram-negative bacteria (47%), fluorescent pseudomonads represented approximately 16.7% of the isolates. Bacterial isolates were analysed for antagonistic activity against strains of representative tomato pathogens, namely the Gram-positive bacterium *Clavibacter michiganensis* pv. *michiganensis* (Cmm), and the Gram-negative bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Pst) and *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *perforans* (Xep). The epiphytic bacteria were also tested against *Alternaria alternata* (Aa) and *Botrytis cinerea* (Bc) and analysed for antimicrobial traits such as the production of volatiles (VOCs). The highest and lowest number of antagonistic bacteria were detected against Aa (88%) and Xep (53%). Approximately 32% of bacterial strains showed antagonistic activity against all the tested bacterial and fungal pathogens. Among them, 25 isolates were found to be the most efficient biocontrol agents against Cmm by depicting inhibition zones > 15 mm. Experimental data were studied by using Principal Component Analysis (PCA) to determine whether bacterial communities with similar characteristics tended to cluster together. On the whole, we found that the sampling site (farms) rather than the tomato typology and cultivar influenced microbial population and their antimicrobial activity.

Research supported by University of Catania - PIA.CE.RI. 2020–22 Linea 2 – MEDIT-ECO and by Bando “CHANCE” – Piano per la Ricerca 2016–18.

Keywords: tomato, microbial populations, antagonistic bacteria, Principal Component Analysis

Valutazione di trattamenti ai semi di pomodoro con sostanze naturali e consorzi microbici per la gestione di malattie causate da patogeni batterici e fungini

Rizzo G.F.¹, Bella P.², Bova N.², Nigro S.³, Lefebvre du Prey V.³, Catara V.¹, Branca F.¹
fbranca@unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania, Via Santa Sofia, 100, 95123, Catania

²Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze Ed4, 90128, Palermo

³Itaka Srl, Via Monte Napoleone N°8, 20121, Milano

Microrganismi benefici o loro consorzi microbici e composti naturali (NC) sono impiegati in agricoltura come biofertilizzanti e biostimolanti, o come agenti di controllo biologico per diverse fitopatie. In questo studio, tre consorzi microbici sperimentali a base di diversi agenti di biocontrollo tra i quali *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., *Glomus* sp. e due prodotti naturali (chitosano e glucosinolati) sono stati saggiati su sementi biologiche di pomodoro (San Marzano nano, Bioseme s.c.a.r.l.). Prove indipendenti sono state realizzate al fine di valutare l'attività di promozione di crescita (PGPR) e il ruolo nel contenimento della maculatura batterica del pomodoro da *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *perforans* (Xep) e del marciume del colletto e delle radici del pomodoro da *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL). In tutte le prove i semi sono stati trattati mediante immersione in sospensioni/soluzioni dei prodotti in acqua bidistillata sterile. Per le prove PGPR, i trattamenti sono stati effettuati sia direttamente ai semi prima della semina o mediante applicazioni al terreno. I semenzali di pomodoro in contenitori alveolari (7 x 8 x 5 cm) contenenti miscele di torba, sono stati allevati in serra. I risultati sono stati variabili e hanno evidenziato un'attività positiva sulla crescita della pianta dei glucosinolati quando applicati ai semi e dei consorzi microbici nei trattamenti al terreno. Nelle prove di biocontrollo, i semi di pomodoro sono stati preventivamente contaminati mediante agitazione in una sospensione batterica o fungina. Le prove sono state realizzate su carta da filtro in capsula Petri (Xep) o in terriccio sterile (FORL). Tutti i trattamenti hanno determinato una significativa riduzione della gravità dei sintomi indotti da Xep rispetto al controllo positivo, mentre nel caso di FORL, una significativa attività di biocontrollo è stata osservata con trattamenti a base di entrambi i NC e con uno dei tre consorzi microbici. Per Xep è stata effettuata un'ulteriore prova volta ad evidenziare possibili interazioni mediate da induzione di resistenza delle difese della pianta. Per tale scopo, piante di pomodoro ottenute da semi precedentemente trattati sono stati inoculati mediante aspersione con una sospensione del batterio. In questo caso, una significativa riduzione del numero di lesioni per cm² di area fogliare è stata osservata nelle piante ottenute da semi trattati con 2 dei tre consorzi microbici e con uno dei trattamenti a base di NC (chitosano).

Tali attività sono state svolte nell'ambito del progetto H2020 "BRESOV", Breeding for Resilient, Efficient and Sustainable Organic Vegetable production, al fine di validare protocolli di produzione biologica e di controllo dei patogeni delle piante.

Parole chiave: PGPR, agenti di biocontrollo, *Xanthomonas*, *Fusarium*, sementi biologiche.

Tecniche colturali in arboricoltura

Caratterizzazione fisico-chimica di un digestato ottenuto da scarti agro-industriali e valutazione per l'impiego come fertilizzante

Torrisi B., Allegra M., Amenta M., Gentile F., Rapisarda P., Fabroni S., Ferlito F.

biagio.torrisi@crea.gov.it

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura. Corso Savoia, 190 – 95024 Acireale (CT)

Diverse ricerche hanno messo in evidenza l'elevato potenziale bio-energetico dei prodotti di scarto dell'industria agroalimentare nel bacino del Mediterraneo. In particolare, è stato dimostrato che la codigestione anaerobica può essere considerata una soluzione per l'impiego in agricoltura degli scarti degli allevamenti zootecnici e di quelli dell'agro-industria. Il maggiore interesse per l'uso di digestati anaerobici in agricoltura deriva dalla possibilità di adottarli come fonte di nutrienti allorchè usati come succedanei dei comuni fertilizzanti. Lo studio ha perseguito i seguenti obiettivi: 1) caratterizzazione multielementare delle frazioni intermedie e finali di digestato anaerobico ottenuto in continuo da mix di sottoprodotti agroindustriali (pastazzo di agrumi, acque di vegetazione, pollina, triticale insilato, lettiera avicola, sansa 3 fasi, letame bovino, siero di latte, paglia, buccette di pomodoro) e 2) definizione del valore agronomico del digestato anaerobico industriale allorchè utilizzato come fertilizzante organico in vivaio per la produzione di portinnesti di agrumi. Si è dimostrato che le bio-masse agro-industriali utilizzate hanno un buon potenziale per essere convertite in bio-fertilizzanti attraverso il processo di digestione anaerobica e per l'utilizzo in vivai agrumicoli come alternative ai fertilizzanti di sintesi. La composizione multielementare del digestato anaerobico testato si è dimostrata valida in termini di elementi minerali, garantendo una buona crescita e un vigoroso sviluppo delle piante. In particolare l'apporto di azoto e di sostanza organica rendono il digestato anaerobico particolarmente efficiente come fertilizzante. Per lo studio sono stati impiegati semenzali di citrange Carrizo e Limone volkameriano ed i risultati hanno evidenziato che non è stato necessario apportare ulteriori elementi minerali per ottenere gli standard di crescita richiesti dal mercato. In particolare, il Limone volkameriano ha tratto maggiore beneficio dalla somministrazione del digestato in forma liquida registrando un incremento di clorofilla. Questo effetto è dovuto prevalentemente all'elevato contenuto di azoto ammoniacale. Lo studio ha fornito nuovi spunti per la coltivazione dei portinnesti di agrume in vivaio, in particolare per quel che concerne le nuove strategie di nutrizione, da considerare come un punto di partenza per studi più approfonditi relativi alla risposta fisiologica e biochimica di semenzali di agrumi fertilizzati con digestati anaerobici ottenuti a partire da scarti agro-industriali.

Parole chiave: sostenibilità, digestato anaerobico, concime minerale, composizione multielementare, portinnesto,

Coltivazione biologica di lampone: effetto sulla qualità, il volatiloma e la biodiversità microbica funzionale del frutto

Sangiorgio D., Donati I., Cellini A., Pastore C., Spinelli F.

daniela.sangiorgio2@unibo.it

Dipartimento di scienze e tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum -Università di Bologna, viale G. Fanin 44, 40127 - Bologna

Il lampone (*Rubus idaeus* L.) è una coltura di grande valore con un crescente potenziale agricolo e, negli ultimi 20 anni, la richiesta di lamponi è costantemente aumentata, con un'ulteriore accelerazione dal 2010, sia in Europa, sia nel resto del mondo. I frutti di lampone sono ricchi di composti benefici per la salute, come antociani, flavonoli, catechine, acido ascorbico e derivati dell'acido ellagico. Inoltre, più di 300 composti organici volatili (VOCs) sono stati identificati come componenti dell'aroma di lampone. Le caratteristiche sensoriali e nutraceutiche sono tra i principali fattori che contribuiscono all'elevato apprezzamento da parte dei consumatori. A questi aspetti, nell'ultimo decennio, si sono affiancati anche l'attenzione per sostenibilità del metodo produttivo e, in particolare per la coltivazione biologica, che sono diventati fattori primari per la scelta dei consumatori. Il mercato dei prodotti ortofrutticoli biologici ha guadagnato popolarità e il mercato globale dei ha subito un enorme aumento delle vendite (+ 72% dal 2009-2014). Per quel che riguarda i piccoli frutti, si è passati da 29.933 tonnellate nel 2012 a 69.506 tonnellate nel 2018. Tuttavia, il soddisfacimento della crescente domanda di lamponi biologici incontra diversi ostacoli e la redditività del coltivatore è messa a rischio dalla difficoltà di controllare importanti patogeni e insetti nocivi (*Drosophila suzukii*, *Phytophthora fragariae* var. *rubi*, *Leptosphaeria coniothyrium*, *Botrytis cinerea*, *Sphaerotheca macularis*). Nonostante tra l'opinione pubblica la coltivazione biologica venga ritenuta avere un effetto positivo sulla qualità dei frutti, la loro salubrità, il valore nutraceutico e il mantenimento della biodiversità dell'agroecosistema, incluso il microbioma utile, le evidenze scientifiche su questi effetti sono ancora scarse. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare l'influenza del metodo di coltivazione (biologico verso integrato) sulla qualità dei frutti, il contenuto di antocianine, l'aroma e il microbioma funzionale. I frutti biologici sono risultati di minor pezzatura, minore acidità e con un profilo aromatico meno complesso, mentre è aumentato il quantitativo di antocianine. La coltivazione biologica ha ridotto la biodiversità microbica e modificato la struttura del microbioma funzionale del frutto. Dati preliminari indicano come proprio l'impatto negativo sul microbioma possa aver influenzato anche la complessità dell'aroma e la qualità dei frutti.

Parole chiave: VOCs, antocianine, microbioma, IPM, *Rubus idaeus*.

Comparison of three strawberry production systems under alpine growing conditions

Gasser M.¹, Soppelsa S.¹, Zago M.¹, Andreotti C.²

michael.gasser@laimburg.it

¹Research Group for Berries and Stonefruit, Laimburg Research Centre, 39040 Ora (Auer), Bolzano, Italy

²Faculty of Science and Technology, Free University of Bozen – Bolzano, Piazza Università, 5 -39100 Bozen – Bolzano, Italy

Strawberry production represents a valuable sector within the South Tyrolean agriculture. In a typical alpine environment, strawberry plants are often still cultivated in soil conditions. The phenomenon known as ‘soil fatigue’ or ‘yield decline’, combined with unfavourable working conditions linked to that cultivation system should suggest alternative cropping systems.

Our two-year trial was initiated in 2020 in the experimental field located at San Genesio-Jenesien (1,200 m a.s.l., Province of Bolzano-Bozen, Italy) and it will continue during the 2021. Strawberry tray plants cv. Elsanta were transplanted with a plant density of 8 plants per linear meter and cultivated in: i) standard soil conditions; ii) standard soilless system; iii) new Beekenkamp soilless system. In detail, in soil cultivation, the strawberry plants were grown on raised beds covered with black polythene mulch film. In the standard soilless system, plants were grown in containers (model 8 liter-L type leg, Bato Plastics B.V., NL) placed in a structure of 130 cm height. The soilless Beekenkamp system (model Fragola 18 liter, Beekenkamp Verpakkingen B.V., NL) consists in 1-meter long plastic container placed in a furrow inside the raised beds. As substrate medium peat (Vigorplant Italia SRL, IT) was used. All three cropping systems under polyethylene tunnels received the same amount of water and nutrients throughout the growing season. Parameters such as strawberry yield, plant biomass and fruit quality were assessed. Our preliminary results show significant differences between the cropping systems in terms of marketable yield ($\varnothing > 25\text{mm}$), and leaf and root dry weight biomass. More in detail, the strawberry plants growing on the standard soilless system were characterized by high values of yield and plant biomass weight (+40 and +80%, respectively) as compared to plants grown in soil conditions. The Beekenkamp soilless system showed intermediate results when compared with the other two systems. Regarding fruit quality, the strawberries grown in the soil were significantly richer in sugar (+25%), softer (+15%), and darker (+15%) than those grown under soilless conditions. However, there were no significant differences between the two soilless variants concerning the previously mentioned parameters.

Our preliminary results revealed that plants grown on the standard soilless system grew better and produced higher yields than traditional soil cultivation system. Further useful information will be gathered at the end of the second year of the experiment, including also a cost-benefit analysis.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, cultivation system, yield, biomass, soil fatigue, fruit quality.

Decompattazione e arieggiamento del suolo in un vigneto inerbito. Valutazione degli effetti di diversi protocolli operativi

Piras F.¹, Mulè P.¹, Fantola F.², Fronteddu F.², Zurru R.¹

fpiras@agrisricerca.it

¹AGRIS Sardegna - Agenzia per la ricerca in agricoltura, S.S. 196 Villasor-Villacidro, Km. 14,600, 09034 Villasor (SU), Italy

²LAORE Sardegna - Agenzia regionale per lo sviluppo in agricoltura, Via Caprera n. 8, 09123 - Cagliari, Italy

Nei suoli vitati si ha spesso il problema del compattamento, soprattutto in corrispondenza delle zone maggiormente interessate dal calpestio delle macchine operatrici, con conseguente riduzione della porosità e quindi della circolazione dell'aria e dell'acqua e della fertilità del terreno. Il grado di compattazione dipende da diversi fattori quali la tecnica di gestione del suolo, il livello di meccanizzazione e le caratteristiche del terreno; i suoli argillosi sono quelli maggiormente soggetti a questa problematica. Per decompattare/arieggiare i suoli, è pratica comune effettuare delle ripuntature, ovvero dei tagli verticali che lasciano pressoché inalterata la stratigrafia del terreno.

Nel periodo 2017-2020, allo scopo di testare l'utilità di questa operazione, a Dorgali (Nuoro), in un vigneto di Cannonau, con suolo gestito con la tecnica dell'inerbimento permanente e controllato (cotico erboso trinciato secco a fine primavera), sono stati valutati diversi schemi di decompattazione/arieggiamento. Gli schemi sono stati differenziati per frequenza di intervento (annuale e triennale), per epoca di intervento (autunnale, primaverile) per distanza dell'operazione rispetto alla fila (a 30 cm dal tronco e al centro dell'interfila), a file alterne o su tutte le file. Le operazioni sono state eseguite con un ripper decompattatore a due punte, alla profondità di circa 40 cm. La caratterizzazione del terreno ha evidenziato che il suolo in questione si è sviluppato su depositi di versante sabbioso-argillosi, originati da substrato granitico. La tessitura del topsoil dei primi 50 cm è franco sabbiosa, mentre più in profondità la frazione argillosa aumenta con tessitura franco-sabbio-argillosa. La struttura subangolare degli aggregati, ben sviluppata, associata ad una abbondante porosità, favorisce un buon drenaggio ed un buon equilibrio idrico. Per valutare gli effetti delle operazioni di decompattazione/arieggiamento, sono stati rilevati dati sulla produttività delle piante e sulla qualità delle uve, mentre per la vigoria è stato rilevato il peso del legno ottenuto dalla potatura invernale. I risultati, nelle condizioni oggetto di studio, hanno mostrato che nessuno degli schemi operativi testati, ha indotto variazioni significative su produttività e vigoria delle piante e sulla qualità delle uve, in riferimento alla tesi non decompattata. Questi risultati indicano che la decompattazione/arieggiamento del suolo, mediante ripuntatura, non sempre è necessaria. La sua esecuzione, anche con periodicità pluriennale, va valutata in funzione delle caratteristiche del terreno, delle tecniche di gestione del suolo e della frequenza e intensità di calpestio delle macchine operatrici.

Parole chiave: gestione suolo, compattamento, arieggiamento, ripuntatura.

Effects of hail nets and reflective ground covers on microclimate and evapotranspiration demand in an apple orchard

Ben Abdelkader A., Tagliavini M., Zanutelli D.

Ahmed.BenAbdelkader@natec.unibz.it

Free University of Bolzano, Faculty of Science and Technology, Italy

The microclimate in apple orchards is often manipulated by the use of nets against hail and/or by the presence of ground reflective strips which enhance fruit color before harvest. Nets and strips cause micrometeorological changes that affect plant-environment interactions and potential evapotranspiration (ET_p), whose magnitude has been investigated in this study by means of the FAO-PM equation fitted using data collected within the orchard.

The experiment has been carried out in a drip irrigated apple orchard (cv. Nicoter on M9) located in the Province of Bolzano (Italy), with a density of 4167 trees/ha. During 2020 summer, continuous measurements of meteorological data under and outside the nets were performed using two in-situ mini weather stations. Records also include the pre-harvest period, when reflective white strips have been laid on the soil surface in the alleys. In summer, hail nets reduced net radiation, vapor pressure deficit and wind speed by 39%, 48% and 13% respectively. Daily average air temperature was slightly affected by hail nets. Relative humidity on the contrary raised by 48% under the nets. Overall, a reduction of the ET_p by 39% was detected under the nets. Reflective strips induced a slight increase of the orchard's temperature, and a reduction of both Net radiation and the ET_p. Such effects were only detected around midday. The preliminary results suggest that microclimatic changes around the tree canopy caused by the hail nets and the reflective strips significantly reduce water losses in the orchard and consequently the irrigation needs.

Keywords: evapotranspiration, hail nets, water management, fruit trees, reflective ground cover.

Effetti dell'ombreggiamento in pre-allegagione sulla compattezza del grappolo, le componenti della produzione e sulla composizione dell'acino del vitigno 'Greco'

Scognamiglio P.¹, Mataffo A.¹, Dente A.², Basile B.¹

boris.basile@unina.it

¹Dipartimento di Agraria, Sezione di scienze della vigna e del vino, Università degli Studi di Napoli Federico II, Viale Italia, 83100, Avellino (AV)

²Mastroberardino Societa' Agricola srl, Via Manfredi 75-81, Atripalda (AV)

La compattezza del grappolo è una caratteristica morfologica di notevole interesse viticolo, in quanto è associata ad una maggiore suscettibilità dei vitigni agli attacchi della muffa grigia causata dal fungo *Botrytis cinerea*. Diversi studi hanno individuato come possibile soluzione per ridurre la compattezza del grappolo, l'adozione della rimozione delle foglie basali del germoglio in fase di pre-fioritura. Altri autori hanno però messo in evidenza che l'applicazione della defogliazione basale può avere effetti sulla composizione delle uve alla raccolta. In particolare, negli ambienti caldo aridi, la maggiore esposizione dei grappoli alla radiazione solare può ad esempio indurre un'eccessiva riduzione dell'acidità delle uve alla raccolta. L'obiettivo di questo studio era quello di valutare l'effetto dell'ombreggiamento delle foglie basali del germoglio sulla compattezza del grappolo, le componenti della produzione e la composizione dell'acino della cultivar 'Greco'. L'esperimento ha confrontato un trattamento controllo non ombreggiato con quattro trattamenti di ombreggiamento con intensità differente (ottenute tramite l'applicazione di strisce di rete ombreggiante dell'altezza di 15, 30, 45 e 60 cm posizionate ai due lati della chioma). Lo studio è stato condotto in un vigneto sito a Santa Paolina (Avellino) su piante del vitigno 'Greco'. Durante la stagione vegetativa, sono state effettuate misure di crescita vegetativa, scambi gassosi, luce nella zona del grappolo, temperatura dell'aria e dei grappoli. Dall'allegagione alla raccolta sono state effettuate misure di crescita e composizione degli acini. Alla raccolta sono state misurate le componenti della produzione, l'indice di compattezza del grappolo e valutato la frequenza di attacchi di marciumi. L'ombreggiamento, applicato tra la pre-fioritura e l'allegagione, ha determinato una riduzione della compattezza del grappolo alla raccolta. Questo si è tradotto in una minore intensità del danno da botrite per i grappoli dei trattamenti ombreggiati rispetto a quelli del trattamento controllo. I trattamenti di ombreggiamento non hanno indotto alcuna riduzione significativa dell'acidità titolabile delle uve rispetto alle piante controllo. Le piante del trattamento con intensità dell'ombreggiamento maggiore hanno presentato, alla raccolta, una riduzione della produzione rispetto alle piante degli altri trattamenti di ombreggiamento e a quelle del trattamento controllo. L'applicazione dell'ombreggiamento determina una riduzione della fertilità (minor numero di fiori per infiorescenza) nell'anno successivo rispetto alle piante del trattamento controllo.

Parole chiave: *Vitis vinifera*, acidità titolabile, fertilità, *Botrytis cinerea*,

Effetti di estratti di tannini in agrumeto sottoposto a stress idrico controllato

Stagno F.¹, Allegra M.¹, Torrisi B.¹, Assirelli A.², Rocuzzo G.¹

giancarlo.rocuzzo@crea.gov.it

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA OFA), Corso Savoia 190 Acireale (CT)

²Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari (CREA IT), Via della Pascolare 16, Monterotondo (Roma)

Le future strategie agricole a livello mondiale avranno come obiettivo l'intensificazione sostenibile, applicando le migliori tecnologie e garantendo la massima produzione corrispondente al minimo impatto ambientale. Un modo per raggiungere tali obiettivi è rappresentato dall'uso di *input* che mirino al miglioramento della produttività totale. Tra i fattori che intervengono sulla produttività e sull'efficienza dell'uso delle risorse possiamo annoverare l'uso di sottoprodotti di derivazione biologica, utili per aumentare l'assorbimento dei nutrienti e le strategie irrigue deficitarie, che rendono più efficace l'uso dell'acqua.

In questo lavoro sono stati utilizzati dei tannini (CHT) estratti in acqua provenienti da sottoprodotti di castagno (*Castanea sativa* Mill), che negli ultimi anni hanno trovato applicazioni pratiche in agricoltura, grazie alla loro attività complessante di micronutrienti, come antiossidanti e come corroboranti. I biostimolanti e corroboranti derivati da sottoprodotti vegetali stanno ricevendo un crescente interesse, rappresentando uno strumento efficace e sostenibile per il miglioramento della produttività e della sostenibilità delle colture.

Nello studio è stata testata l'efficacia dell'estratto integrale di castagno a base di tannino in un agrumeto (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cv. Tarocco, gestito secondo strategie di irrigazione deficitaria. Gli estratti a base di tannino sono stati somministrati in combinazione alle quattro strategie irrigue adottate: T1 (C), un controllo che ha ricevuto l'irrigazione per reintegrare il 100% dell'evapotraspirazione colturale (ET_c); T2 (SSDI), un trattamento di sub irrigazione a deficit sostenuto, in cui l'acqua viene applicata al 75% di ET_c; T3 (RDI) Un trattamento di irrigazione a deficit regolato nelle diverse fasi fenologiche, irrigato al 50% ET_c; T4 (PRD) un trattamento idrico alternato con uno stress idrico del 50% ET_c.

I risultati preliminari hanno mostrato che una moderata restrizione idrica può essere applicata negli agrumeti, con un notevole risparmio idrico e migliorando alcuni parametri di qualità dei frutti, a parità di resa. In questo contesto, l'applicazione di CHT ha incrementato in modo significativo la produttività, aumentando così l'efficienza d'uso dell'acqua. I CHT sembrano essere uno degli strumenti disponibili per migliorare la resilienza dei sistemi agricoli, in conformità con i principi dell'economia circolare, per ottenere sistemi alimentari rispettosi dell'ambiente.

Parole chiave: arancio, corroboranti, efficienza d'uso delle risorse, economia circolare.

Effetto della pacciamatura vivente con piante officinali sulla biodiversità della fauna del suolo di un meleto biologico

Kozacki D.¹, Tartanus M.¹, Furmanczyk E.¹, Malusà E.^{1,2}

eligio.malusa@crea.gov.it

¹National Research Institute of Horticulture, Skierniewice, Poland

²CREA- Centro di Ricerca in Viticoltura ed Enologia, Conegliano V.to, Italia

L'obiettivo della gestione del suolo nella produzione biologica dei fruttiferi è quello di creare le condizioni ottimali per la crescita e la produzione degli alberi attraverso una maggiore fertilità del suolo e minimizzare i fattori di stress biotici ed abiotici. L'introduzione di pacciamature viventi del filare, quale tecnica agroecologica, può permettere un approccio più sostenibile nella gestione del suolo anche nei frutteti biologici, promuovendo molteplici servizi ecosistemici. Tuttavia, la selezione delle specie da utilizzare a tale scopo deve considerare l'effetto sulla gestione delle infestanti, sulle prestazioni della coltura principale e sulla biodiversità. Le piante officinali possono diventare un'opzione interessante per le pacciamature viventi nei frutteti biologici, come fonte di reddito aggiuntiva o per fornire servizi ecosistemici. Per valutare l'adeguatezza dell'uso di piante officinali quali pacciamature viventi, è stata avviata una sperimentazione in un meleto biologico, nell'ambito di un progetto CoreOrganic Cofund (<http://www.domino-coreorganic.eu/>), utilizzando tre specie officinali (*Alchemilla vulgaris*, *Viola odorata* e *Mentha spicata*). Oltre all'impatto sulla produttività e stato nutrizionale dei meli, è stato valutato il loro effetto sulla dinamica delle popolazioni di nematodi, utilizzando l'indice di maturità della popolazione per verificare l'effetto complessivo sulla biodiversità del suolo. Non è stata rilevata alcuna differenza significativa nella produzione e nel livello dei nutrienti nelle foglie tra i meli il cui filare era mantenuto con la pacciamatura vivente rispetto alla copertura naturale. La composizione delle comunità di nematodi del suolo è stata influenzata dalle diverse specie usate come pacciamature viventi. La percentuale di specie di nematodi non parassite (batteriofagi, micofagi, omnivori e predatori) è aumentata durante l'estate e l'autunno in presenza di *V. odorata* e *A. vulgaris* rispetto alla copertura naturale del suolo (controllo), riducendo allo stesso tempo la quota delle specie parassite delle piante. *M. spicata* ha promosso un aumento del rapporto di nematodi non parassiti solo nell'ultima parte della stagione. Ogni specie officinale ha migliorato la biodiversità della comunità dei nematodi del suolo. L'indice di maturità più alto è stato riscontrato nel suolo con copertura di *V. odorata* e *M. spicata* (2.44), mentre il più basso è stato osservato nel controllo (2.03). Considerando che i nematodi svolgono un ruolo considerevole in molte funzioni degli ecosistemi e che sono utili indicatori della biodiversità generale del suolo, si conclude che l'utilizzo di queste piante officinali come pacciamature viventi può influenzare positivamente anche la biodiversità del suolo.

Parole chiave: *Alchemilla vulgaris*, *Viola odorata*, *Mentha spicata*, nematodi.

Impiego di tecniche di irrigazione deficitaria in un giovane oliveto ad alta densità

Ferlito F., Allegra M., Las Casas, G., Giuffrida A., Iovino V., Lodolini E.M., Torrisi B.

filippo.ferlito@crea.gov.it

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura. Corso Savoia, 190 – 95024 Acireale (CT)

In Sicilia, come in altre parti d'Italia, è in corso di valutazione l'impiego di modelli d'impianto ad alta densità per l'olivo. Ciò comporta la necessità di mettere a punto tecniche agronomiche coerenti con l'intensificazione culturale. In questo contesto e per le specifiche condizioni ambientali della Sicilia assume un'importanza rilevante la gestione dell'acqua. Obiettivo della ricerca è il miglioramento dell'efficienza dell'utilizzo della risorsa idrica per oliveti ad alta densità in fase di allevamento. Per la ricerca, che si è articolata nel biennio 2019-2020, si è utilizzato un giovane oliveto, impiantato nella primavera del 2018 in Sicilia nel territorio di Mirabella Imbaccari, (CT) ad un'altitudine di 520 m s.l.m. in un terreno argilloso e calcareo. È stata utilizzata la cultivar Giulia, messa a dimora con talee autoradicate ad un sesto di 4 m x 2 m (1.250 piante/ha). L'irrigazione è stata gestita mediante ali gocciolanti (diametro 20 mm) e gocciolatoi (2 L/h) posti alla distanza di 50 cm. Al suolo sono state applicate lavorazioni periodiche e diserbo localizzato. I trattamenti irrigui a confronto sono stati i seguenti: 1) Moderate Deficit Irrigation (distribuzione del 75% del fabbisogno evapotraspirativo - ETc); 2) High Deficit Irrigation (distribuzione del 50% dell'ETc); 3) Controllo (C) - Sustained Drip Irrigation (SDI) in cui era prevista la distribuzione del 100% dell'ETc. Per la stima della domanda evapotraspirativa dell'impianto sperimentale sono stati utilizzati i dati climatici forniti dal sistema informativo agrometeorologico siciliano (SIAS) e per il calcolo dei flussi di evapotraspirazione di riferimento si è utilizzata la formulazione di Penman-Monteith. Con cadenza quindicinale sono stati rilevati alcuni parametri che si riferiscono allo stato idrico della pianta: l'indice di clorofilla SPAD, il Relative Water Content (RWC) e la temperatura delle foglie (termometro a infrarossi); al termine di ciascuna stagione sono stati valutati diversi parametri relativi ai tassi di crescita vegetativa delle giovani piante di olivo. I risultati hanno mostrato un abbassamento della temperatura delle foglie nelle piante irrigate con il 100% ETc, soprattutto nelle prime fasi della stagione irrigua. Tali piante, insieme a quelle irrigate al 75% dell'ETc, hanno mostrato un più basso RWC, probabilmente dovuto a una maggiore evapotraspirazione in seguito ad un migliore stato idrico delle foglie. Il comportamento può essere stato determinato da una maggiore apertura stomatica e può essere quindi messo in relazione con una maggiore efficienza fotosintetica ed un accrescimento vegetativo più intenso. Infatti, l'accrescimento vegetativo delle piante irrigate al 100% e al 75% dell'ETc è stato simile e soddisfacente in termini di accrescimento del fusto e di inserzioni di branche sull'asse principale. L'irrigazione deficitaria di giovani oliveti ad alta densità rappresenta un valido strumento per ottenere congrui tassi di crescita delle piante, pur evitando sprechi della risorsa idrica.

Parole chiave: evapotraspirazione, relative water content, architettura chioma, temperatura.

Main effects of reclaimed water irrigation on horticultural crops

Barbagallo S., Licciardello F., Milani M., Ventura D., Cirelli G.L.

flicciar@unict.it

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente - Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia 100 – 93123 Catania

The use of reclaimed water (RW) for crop irrigation is an alternative to the scarcity of quality water suffered in many countries of the Mediterranean basin. RW can provide an important saving of fertilizers (i.e. nitrogen and phosphorus) as well as benefits for the environment, by avoiding the discharge of contaminated water into public waterways and providing consistent available water throughout the year.

Possible uses of RW include irrigation of food or non-food crops, irrigation of green or leisure zones (with or without direct contact), aquaculture, industry (water for refrigeration, cleaning), municipal use and aquifer recharge, among others.

The use of RW for vegetable crop irrigation has been a common practice for some years now. One of the most economically feasible agricultural uses of RW is the irrigation of high-value horticultural crops, which typically has high returns per volume of water invested in. But this practice has been approached with trepidation, owing primarily to concerns about risks to human health via contamination of food with pathogenic microorganisms.

As RW can be an important source of water in agriculture, its application should be regulated in order to prevent the use of water of insufficient quality that later can cause diseases to humans. On the international level, the two benchmark guidelines for RW use are the California guideline (State of California, 1978) and the World Health Organization (WHO) guideline (WHO, 1989). A Regulation of the European Parliament and of the Council n. 741 on “Minimum requirements for water reuse”, that includes a series of actions to promote the reuse of RW in European countries was published on 25 May 2020. Currently, only a small part of them practice water reuse and adopted national legislation or standards in this regard. In Italy, for example, the restrictive Italian standards (Italian Ministry Decree 185/2003) are still in force.

The present paper reports the effects of effluents from TWs on the irrigation of vegetable crops (i.e. tomato, lettuce, zucchini and eggplants) from physical, chemical, microbiological and production perspectives investigated in Sicily for several years. In particular, main results of the experiments carried out in open fields near the treatment wetland (TW) system of San Michele di Ganzaria (Eastern Sicily) during the last 15 years were analysed also on the light of existing legislations in Italy and guidelines in Europe.

Keywords: reclaimed water, reuse regulations, irrigation, horticultural crops, constructed wetlands.

Mandorlicoltura laziale: confronto varietale e sviluppo di strategie di nutrizione per una gestione sostenibile

Pica A.L.¹, Silvestri C.¹, Mariotti R.², Bizzarri S.², Cristofori V.¹

aniello.pica@unitus.it

¹Università della Tuscia, Viterbo, Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali DAFNE, Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo, Italia.

²ARSIAL, Via Matteotti 73, 01100- Viterbo.

L'espansione della superficie mandorlicola italiana evidenzia una significativa accelerazione interessando anche areali di nuova introduzione, come testimoniato dalle recenti piantumazioni in ambiente laziale. Il rinnovato interesse alla mandorlicoltura è dovuto sia alla crescita della domanda da parte dell'industria di trasformazione e dei consumatori, sia dall'opportunità di generare nuovi profitti in un settore di mercato non ancora saturo. In tale contesto è fondamentale il ruolo della ricerca scientifica per affiancare gli imprenditori agricoli che intendono investire nel comparto mandorlicolo.

A tal fine, nel 2017, l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università della Tuscia, ha realizzato un mandorleto sperimentale presso la propria sede di Tarquinia (VT), per testare l'adattamento delle cultivar di maggiore interesse commerciale lungo il litorale laziale. La ricerca ha riguardato lo sviluppo di una strategia innovativa per la gestione della nutrizione del mandorleto tramite messa a punto di diagnostica fogliare sitocultivar specifica. Le analisi fogliari, insieme al calcolo del DOP Index, hanno contribuito a definire i contenuti dei macro e micro-nutrienti nelle foglie delle principali varietà di mandorlo recentemente introdotte nel Lazio, da utilizzarsi come riferimento nella diagnostica fogliare.

Le analisi sono state affiancate da osservazioni ecofisiologiche tramite determinazione del contenuto fogliare di clorofille, flavonoidi e di bilancio azotato. I campionamenti fogliari hanno evidenziato contenuti minerali simili a quelli riportati in letteratura. Tra i macroelementi è stato riscontrato un lieve incremento di contenuto di azoto per le cultivar Genco e Vialfas. I contenuti di fosforo e calcio sono risultati in media lievemente inferiori rispetto ai valori osservati in ambienti diversi.

Tra i microelementi sono stati osservati valori limite per il contenuto in manganese ed incidenze lievemente più elevate per il rame. Inoltre, tramite analisi delle componenti principali (PCA) è stato possibile osservare le relazioni tra i nutrienti, parametri ecofisiologici osservati ed epoche di campionamento fogliare. Tra le attività condotte presso la collezione ARSIAL si evidenzia anche lo studio del comportamento fenologico delle cultivar introdotte, al fine di definire appropriati calendari di fioritura, ripresa vegetativa, epoca di maturazione del frutto. La fenotipizzazione è inoltre affiancata da ulteriori osservazioni agronomiche e sulle componenti della produzione. La sperimentazione, tuttora in corso, contribuirà allo sviluppo di una filiera mandorlicola laziale sostenibile e al passo con le innovazioni di settore.

Parole chiave: *Prunus dulcis* (Mill.) D.A.Webb, diagnostica fogliare, nutrizione minerale, DOP index, analisi delle componenti principali.

Optimizing “Abbé Fétel” pear quality through decreased irrigation strategies

Venturi M., Manfrini L., Perulli G.D., Boini A., Bresilla K., Corelli Grappadelli L., Morandi B.

melissa.venturi@unibo.it

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari (DISTAL), Università di Bologna, Viale Fanin 46, 40127 Bologna (IT)

Climate change effects are increasing their impact in orchards, especially in terms of plant evapotranspiration requirements and summer drought periods while water resources available for agricultural purposes are decreasing. Rootstock can play a role in tree adaptation, since the more vigorous ones are also likely to be more stress resistant, thanks to their increased root development and absorption capacity. However, stressed plants are able to produce fruit with higher dry matter and soluble solid contents at harvest. Pears are suitable for long periods of storage, but often they show difficulties in resuming ripening after storage, thus decreasing the consumer acceptance. The aim of this study was to investigate the relations among the amount of water supply, rootstock vigor and fruit quality at harvest and after storage. Pear trees of the cv. Abbé Fétel grafted on BA29 (vigorous) and SYDO (dwarfing) quince were irrigated according to three different treatments: 110%, 80% and 60% of the crop evapotranspiration rate (ET_c), respectively. Shoot and fruit growth, midday water potentials, leaf gas exchanges and dry matter content were monitored at 65, 80, 103, 129, 159 days after full bloom (DAFB). Fruit quality was evaluated at harvest and after 6 months of storage at 1°C. Results show how plants receiving 60% of ET_c decreased significantly their stem and leaf water potential as well as leaf gas exchanges; those parameters are key indicators of plant stress, and differences among treatments were more evident towards the end of the growing season. Shoot growth was more pronounced in BA29, where the 80% treatment reached the highest shoot growth. Final fruit size was higher in SYDO and was significantly influenced by the irrigation treatment; instead, in BA29 no statistical differences were found among treatments. Dry matter content was higher in 80% and 60% ET_c treatments. After storage, 50% irrigated fruit showed the higher soluble solid content, while the firmer were the 80% treatments, regardless of the rootstock. In conclusion: i) fruit size was not significantly decreased by reduced irrigation in BA29, while fruit dry matter percentage increased; ii) rootstock vigor played a role in fruit quality determination as more dwarfing rootstock tend to allocate more resources to reproductive sinks, leading to improved fruit quality features; iii) pre-harvest decreased irrigation led to fruit with higher quality features, such as increased dry matter percentage and soluble solid content, that were maintained also after a long period of storage. These results lead to a general conclusion that new irrigation protocols can be developed with the aim to increase fruit quality while reducing water use.

Keywords: “Abbé Fétel”, reduced irrigation, fruit growth, rootstock vigor.

Perdite idriche e assorbimento radicale di acqua in alberi di Melo durante il periodo invernale

Carlino U¹., Witteman M.², Petrillo M.¹, Aguzzoni A.³, Tagliavini M.¹, Thalheimer M.²

massimo.tagliavini@unibz.it

¹Facoltà di Scienze e Tecnologie. Libera Università di Bozen-Bolzano

²Centro di Sperimentazione Agraria e Forestale Laimburg

³Ecoresearch, Bolzano

Nelle specie arboree decidue la maggior parte dell'assorbimento idrico dal suolo avviene durante la stagione vegetativa; numerosi studi ne hanno quantificato il flusso per poter guidare l'irrigazione. Le perdite idriche invernali da parte degli alberi sono state invece poco studiate. Sebbene si supponga che esse siano di modesta entità se confrontate con quelle estive, la traspirazione da parte delle strutture legnose può comportare un calo della concentrazione idrica nei rami e nelle gemme e causarne un danneggiamento, soprattutto quando l'inverno è secco ed il terreno ghiacciato. Questo studio, che si compone di diversi esperimenti condotti negli inverni 2018-19 e 2020-21, ha come obiettivo principale la quantificazione delle perdite idriche e l'assorbimento idrico durante il periodo invernale, fino al momento della ripresa vegetativa. La sperimentazione di campo si è svolta in provincia di Bolzano nel comune di Ora su meleti adulti delle cv.s 'Nicoter' e 'Cripps Pink'. L'approccio sperimentale, che prevedeva la recisione di alcuni alberi al colletto per separare la parte aerea dalle radici, ed il taglio di alcuni rami dalle branche (in entrambi i casi le ferite sono state sigillate per evitare perdite idriche), ha permesso di quantificare l'assorbimento, la traslocazione interna e la traspirazione dell'acqua. Il contenuto idrico dei rami di un anno in inverno è rimasto relativamente stabile in tutte le tesi a confronto e mediamente intorno a valori prossimi al 90% della loro sostanza secca fino all'inizio di febbraio. L'assorbimento netto di acqua nei rami di un anno è iniziato nel mese di febbraio ed è aumentato in intensità nel mese di marzo, portando la loro concentrazione di acqua in corrispondenza della fase di rigonfiamento delle gemme, su valori pari a circa il 100% della sostanza secca. Sempre a partire da febbraio, nei rami delle piante recise alla base si è verificata una perdita netta di acqua per traspirazione. L'estirpazione di alcuni alberi nel mese di marzo ha permesso di quantificare l'assorbimento di acqua nel periodo invernale: espresso sul peso secco degli alberi esso è stato pari al 18 % nell'inverno più freddo e umido (2020-21) e superiore al 20% nel 2018-19, più mite. Lo studio in campo è stato integrato da una prova in vaso in cui l'assorbimento idrico in inverno è stato quantificato tramite l'impiego di acqua arricchita con deuterio.

Parole chiave: melo, assorbimento idrico, disseccamento dei rami, perdite idriche invernali.

Prove di gestione conservativa del suolo in olivicoltura

Mameli M. G., De Pau L., Satta D.

mgmameli@agrisricerca.it

AGRIS Sardegna, Loc. Bonassai S.S. 291 Sassari-Fertilia – Km. 18,600, Sassari,

Nell'oliveto il suolo può essere gestito con l'inerbimento (gestione conservativa) che, rispetto alle lavorazioni (gestione convenzionale), potrebbe garantire alcuni vantaggi colturali ed ambientali. Il principale limite applicativo dell'inerbimento è la competizione per le risorse idriche e nutrizionali esercitata dal cotico erboso se esse non sono adeguatamente reintegrate con l'apporto di concimi. Recentemente, per la concimazione delle colture arboree si sta diffondendo l'impiego del compost per la sempre maggiore disponibilità ed il basso costo. Al fine di studiare gli effetti dell'introduzione dell'inerbimento spontaneo e del compost su un oliveto intensivo in piena produzione della cultivar Semidana è stata impostata una prova sperimentale con il confronto tra l'inerbimento e le lavorazioni come fonte di variazione principale e tra la distribuzione del compost e la concimazione convenzionale come fattore secondario. Sulle piante sono state effettuate osservazioni fenologiche, dello stato nutrizionale e fisiologico e dello sviluppo dei frutti e, sul suolo, sono stati rilevati i principali parametri fisici, chimici e biologici.

I risultati hanno evidenziato un tendenziale incremento del rapporto C/N e del GSB nel suolo nelle tesi con concimazione convenzionale a prescindere dalla gestione suolo, ed un incremento del Na su tutte le tesi ma più marcato nelle tesi inerbite, a prescindere dalla metodologia di concimazione effettuata. La compattazione del suolo è risultata maggiore col suolo inerbito, mentre la qualità biologica era mediamente elevata su tutte le tesi. Il contenuto in clorofilla è risultato significativamente maggiore nelle piante in condizioni di assenza di stress idrico e suolo lavorato, mentre è stato inferiore nelle tesi con distribuzione del compost e le piante in stress idrico. Il calibro ed il peso delle drupe, nonostante un effetto attenuante dovuto all'impiego del compost, è risultato maggiore nelle tesi inerbite, così come per l'indice di maturazione alla raccolta ad evidenziare una maggiore precocità.

L'introduzione del cotico erboso nell'oliveto ha indotto una semplificazione gestionale ed ha permesso una maggiore precocità di maturazione, un maggiore peso e diametro dei frutti ed un tendenziale miglioramento della fertilità del suolo in un contesto di terreni dalla fertilità biologica risultata ottimale. Il compost è risultato un buon prodotto in termini ammendanti ma non sembra essere altrettanto efficace in termini fertilizzanti rispetto ai concimi convenzionali, nonostante ne abbia garantito la sostituibilità nel breve periodo e nonostante le paentate controindicazioni al suo utilizzo (contenuto in sodio e metalli pesanti) peraltro rilevate inesistenti.

Parole chiave: compost, inerbimento, olivo, Semidana.

Pruning and thinning combination effects on production and fruit quality in flat peach cultivars [*Prunus persica* (L.) Batsch] trained in Catalanian vase

Mazzoni L., Medori I., Balducci F., Marcellini M., Mezzetti B., Capocasa F.

l.mazzoni@staff.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

The different training systems adopted worldwide for peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivation have different productive potentials depending to the cultivation conditions and to the cultivation systems adopted. In recent years a new training system, the Catalanian vase, obtained big success in Spain and then in different areas of peach and other stone fruit cultivation, whereby it led to a significant reduction of production costs, mostly for the reduced labor costs, achieved for the more easily tree management. Plant yield and fruit quality are also strictly related to the appropriate crop load, depending to the type of training system adopted for each cultivar. Many studies have analyzed pruning and thinning effects on plant production and fruit quality, but the interaction between these two practices has not been elucidated. In this study we analysed the effects of combining two pruning and three thinning levels on plant yield and fruit quality of four different flat peach varieties. The main aim of the present study is to describe the best practice to be applied for increasing peach fruit sensorial and nutritional quality, without negatively affecting the plant yield. The experiment was performed in a commercial orchard on four cultivars of flat peach with white flesh, trained in Catalanian vase. Results show important interactions between crop load and cultivars for plant yield, fruit quality and nutritional values, whereas the number of branches influenced only the nutritional parameters. In general, low crop load and branch number positively affected the fruit quality, while higher crop load allowed an increase in plant yield. The findings deriving from this study will help growers to select the most suitable combination among genotype and plant management in order to obtain the desired productive or qualitative goals.

Keywords: crop load, branch number, plant yield, fruit quality, training system.

Qualità nutrizionale di fragole ottenute da un apporto ridotto di acqua e azoto

Raffaelli D., Mazzoni L., Marcellini M., Balducci F., Mezzetti B., Capocasa F.

f.capocasa@staff.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

Le caratteristiche qualitative della fragola e le performance produttive sono influenzate da molteplici aspetti tra cui genotipo, ambiente e tecniche di coltivazione. Questa ricerca nasce per acquisire e comprendere la risposta delle piante di fragola alla riduzione di input (idrici e nutrizionali), attraverso l'analisi dei vari parametri qualitativi di 3 varietà di fragole rifioventi: Albion, Monterey e San Andreas. Le tre varietà sono state coltivate in un'azienda agricola sperimentale del centro Italia, a regimi differenti di irrigazione (60%, 80%, 100%) e fertilizzazione azotata (60%, 80%, 100%). I parametri qualitativi presi in analisi sono stati: contenuto in acido ascorbico, folati, polifenoli, antociani, acidi fenolici e capacità antiossidante. Lo studio ha rilevato che una riduzione di percentuale idrica e azotata può essere applicata, senza influenzare negativamente la qualità nutrizionale del frutto. Valutando la capacità antiossidante, tuttavia, si è notata una certa correlazione tra la riduzione di acqua d'irrigazione e l'aumento delle componenti antiossidanti nel frutto. Si è visto inoltre come il genotipo influenzi anche la resa qualitativa finale: la varietà Monterey è risultata, nella maggior parte dei casi studio, qualitativamente più performante rispetto alle altre varietà analizzate.

Parole chiave: stress idrico, capacità antiossidante, vitamina C, polifenoli, rifioventi.

Rejuvenation pruning in traditional olive orchards

Lodolini E.M.¹, Paoletti A.², Nolasco A.¹, Rosati A.¹, Cinosi N.¹, Santilli E.¹, Zaffina F.¹, Desando M.¹, Ferlito F.¹, Cutuli M.¹, Torrisi B.F.¹, Sorrentino G.¹, Mastroilli M.³, Modugno A.F.³, Ferrara R.³, Gaeta L.³, Campi P.³

enricomaria.lodolini@crea.gov.it

¹*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, sedi di Roma, Spoleto, Rende e Catania*

²*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, via della Pascolare, 16 – 00018 Monterotondo (RM).*

³*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, via della Navicella 4, 00184, Bari*

Traditional olive groves are characterized by low planting density, considerable age of the trees, multi-trunk, large size and senescence of the canopy, alternate bearing and phytosanitary problems. All these factors, combined with orographic and climatic limitations negatively affect fruit productions, increasing abandonment because of the high management costs. Information about specific agronomic techniques to recover those with good production potential is still lacking and in particular about intensity and modality for rejuvenation pruning. The objective of the research was to study the effect of two different rejuvenation pruning strategies to recover the canopy according to a final polyconic vase training system. Five traditional olive groves were selected in five different Italian Regions (Umbria, Latium, Apulia, Calabria and Sicily) with the representative variety in each area ('Moraiolo', 'Leccino', 'Cima di Bitonto', 'Carolea' and 'Nocellara del Belice', respectively). Two different pruning intensities were compared: i) intense, by immediately selecting the final primary branches and ii) light, by reducing gradually the number of branches. Unpruned trees were used as control. Pruning was performed in 2019 and 2020, the amount of removed foliage was recorded, and morphological and biometric parameters were measured periodically on the trees to monitor vegetative response and fruit production. Total pruning material for the intense treatment was the double of light one in all tested varieties in 2019 and the highest amount was registered in 'Carolea' and 'Moraiolo'. In 2020, the removed material strongly decreased in intense pruning resulting even lower than light pruning, with the only exception of 'Leccino' that recorded similar results for both treatments. Pruning slightly stimulated the vegetative growth of 1-year-old mixed shoots for all the cultivars in 2019 with the only exception of 'Carolea'. Such differences were minimized in 2020 even though persisting in 'Moraiolo' between the pruning treatments and the control and in 'Nocellara del Belice' for intense pruning. Intense pruning generally stimulated a higher emission of suckers from the base of the trunk in all tested cultivars in 2019, with the only exception of 'Cima di Bitonto'. The same results were found in 2020, but with a slighter difference. No significant differences were recorded for fruit production between pruning treatments in 2019, whereas significant differences were seen in 'Cima di Bitonto' and 'Moraiolo' in 2020. Presented results provide information on the canopy recovery in terms of vegetation and production for the studied varieties in each location and can help local farmers interested in recuperating their traditional olive orchards.

Keywords: *Olea europaea*, intense, light pruning, vegetative response, vase training system.

Risposta vegetativa, produttiva e qualitativa di mirtillo (cv Duke) in coltura fuori suolo, sottoposto a diversi apporti nutrizionali

Marcellini M., Balducci F., Gasparri A., Pergolotti V., Mazzoni L., Mezzetti B., Capocasa F.

f.capocasa@staff.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

Il mirtillo è un arbusto appartenente alla famiglia delle *Ericaceae*, genere *Vaccinium* L. che comprende specie diffuse prevalentemente nelle zone temperate e temperato-fredde dell'emisfero boreale, anche se alcune sono tipiche delle zone calde e subtropicali. Le piante appartenenti a questo genere prediligono terreni acidi e torbosi, permettendo loro di colonizzare terreni deforestati, radure boschive e invadere pascoli degradati. Nell'area del medio Adriatico non sono presenti coltivazioni di mirtillo in suolo, in quanto le condizioni climatiche, ma soprattutto pedologiche sono molto differenti rispetto a quelle dell'areale di diffusione di questa coltura. Nell'areale della media collina marchigiana i terreni sono caratterizzati da suoli tendenzialmente argilloso-calcarei, con pH 7.5 – 8.0 e ricchi di calcare attivo che determina una reazione alcalina e acque di irrigazione ricche di carbonati e bicarbonati, condizioni sfavorevoli alla pianta del mirtillo. Per questo motivo, la coltivazione fuori suolo rappresenta l'unica soluzione che permetterebbe di espandere l'areale di coltivazione del mirtillo e fornire nuove opportunità imprenditoriali agli agricoltori. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare la risposta vegetativa, produttiva e qualitativa di piante di mirtillo della CV Duke in coltura fuori suolo nel medio-Adriatico, sottoposte a diverse concentrazioni della soluzione nutritiva. La valutazione della lunghezza e del numero dei germogli ha permesso di evidenziare come applicando la maggiore concentrazione della soluzione nutritiva, non si ottiene il maggior sviluppo vegetativo, che è stato riscontrato invece applicando la concentrazione intermedia. Anche per quanto riguarda i parametri produttivi i migliori risultati sono stati ottenuti apportando la soluzione nutritiva con una concentrazione intermedia. I tre diversi trattamenti non hanno influenzato i parametri qualitativi valutati (zuccheri totali e acidità titolabile), così come la capacità antiossidante totale e il contenuto in antociani, anche se questi due parametri nutrizionali raggiungono valori più elevati quando l'apporto nutritivo è minore. È stato invece osservato un comportamento opposto nel caso dei polifenoli, che aumentano nei frutti in seguito ad un maggior apporto di nutrienti alla pianta. I risultati ottenuti dallo studio sono riferiti solamente al secondo anno di impianto e al primo anno di produzione, e che quindi sarà molto importante continuare a monitorare l'influenza dei diversi trattamenti nei successivi anni in modo da poter confermare questi risultati nel lungo periodo.

Parole chiave: Duke, qualità frutto, fuori suolo, parametri vegetativi.

Strawberry-herb intercropping: first experience towards sustainable intensification and diversification

Soppelsa S.¹, Gasser M.¹, Zago M.¹, Pramsöhler M.², Castellan A.², Matteazzi A.³, Kelderer M.⁴

sebastian.soppelsa@laimburg.it

¹Research Group for Berries and Stonefruit, Laimburg Research Centre, 39040 Ora (Auer), Bolzano, Italy

²Research Group for Arable Crops and Aromatic Plants, Laimburg Research Centre, 39040 Ora (Auer), Bolzano, Italy

³Soil and Plant Analysis Laboratory, Laimburg Research Centre, 39040 Ora (Auer), Bolzano, Italy

⁴Research Group for Organic Farming, Laimburg Research Centre, 39040 Ora (Auer), Bolzano, Italy

Organic agriculture is generally characterized by lower crop yield as compared to the conventional farming system because of the incidence of biotic and abiotic stresses which might not be easily manageable. Sustainable agricultural practices should be adopted to avoid, or at least alleviate, negative impacts of stresses. Intercropping is a good example of biodiversity-promoting practice and it consists in cultivation of two crops simultaneously on the same field.

Our experimental field is located in Martelltal (1,312 m a.s.l.), a valley of South Tyrol with a typical alpine mountain climate specialized in strawberry cultivation. Strawberry plants cv. Elsanta (main crop) were planted in a double row on raised beds and subjected to different intercropping combinations with herbs such as chives, mint, lavender, and oregano which were planted within the double row (strawberry-herb combination ratio of 2:1). Regarding pest control, plants were treated in pre-flowering with a sulphur treatment to limit the spread of powdery mildew. No other chemical pesticides were used during the whole experiment duration. Total strawberry yield, leaf mineral element content, and incidence of *Tetranychus urticae* were determined. The land equivalent ratio (LER) was calculated to evaluate the efficacy of intercropping system as compared to monocropping.

Our preliminary results show that the total yield of strawberry plants was not significantly affected by mint and lavender intercropping as compared to strawberry in monocropping. On the other hand, the intercropping combinations with chives and oregano decreased the strawberry yield by 40%, probably due to a competitive interaction between target and companion crop. However, all the intercrop combinations show a LER index higher than one. For example, strawberry-mint intercropping reached a LER of 1.75 which means 75% more soil would be necessary to produce the same yield from those two crops in monocropping.

A great advantage of intercropping system could come from better use of resources such as mineral nutrients. Indeed, mint, chives, lavender and oregano intercropping significantly increased the macro- and micronutrient content (e.g. N, Fe and B) in strawberry leaves. In general, strawberry-herb intercropping combinations reduced the mite populations (from 30 to 70%) as compared to strawberry plants grown alone.

In conclusion, these preliminary results suggest that intercropping inserted in an organic farming system could offer several benefits such as: increase the biodiversity and help the main crop to cope with stresses, give a new revenue for farmers (from selling companion crops) and achieve a further territorial enhancement. Future research by Laimburg Research Centre will continue in this direction.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, intercropping, land equivalent ratio (LER), mites, alpine climate.

Valutazione della capacità produttiva di alcune cultivar di limone su 4 portinnesti

Zurru R., De Pau L., Mameli M.G., Tomasi A., Cogotti S.

ldepau@agrisricerca.it

AGRIS Sardegna, Loc. Bonassai S.S. 291 Sassari-Fertilia – Km. 18,600, Sassari,

La superficie a limone in Sardegna, nel 2019, era pari a 121 Ha con una produzione di 1.690 t (fonte Istat.it, 2021). La presente ricerca è stata condotta dal 1993 al 2014 su 6 varietà di limone (Adamo, Cerza V. Cl., Eureka, Lunario, San Gerolamo e Femminello Siracusano 2KR) innestate su 4 portinnesti (A. amaro, Alemow, L. volkameriano e Siamelo) in un impianto sperimentale dell'Agencia Agris Sardegna di Villasor. Le piante, allevate a vaso, sono state impiantate nel 1990 ad una distanza di 6m x 5m, con uno schema sperimentale a blocchi randomizzati ripetuti 4 volte. Il suolo era di medio impasto, tendente all'argilloso con scheletro prevalente, reazione sub-acida e tracce di calcare. La separazione delle medie è stata effettuata mediante ANOVA e test LSD (Statgraphics 18).

Nel corso dei 20 anni di studio sono stati misurati i principali parametri vegeto-produttivi (circonferenza del tronco: portinnesto e nesto, volume della chioma e produttività). I risultati conseguiti evidenziano che l'effetto del portinnesto, della varietà e della loro interazione dipende anche dalla fase di sviluppo della pianta. Nei primi 10 anni di crescita il portinnesto Alemow è in grado di determinare una maggiore sezione del fusto, un maggiore volume della chioma ed una maggiore produttività (doppia rispetto al L. volkameriano e tripla rispetto agli altri due portinnesti studiati) su tutte le varietà.

Nei 10 anni successivi l'effetto del portinnesto è stato meno evidente, mitigato dall'interazione varietale, anche se i portinnesti Alemow e L. volkameriano hanno mostrato comunque di consentire maggiori produzioni (entrambi anche più 20 % con S. Gerolamo e Cerza), mentre l'A. amaro ed il Siamelo hanno determinato minori produzioni, con la sola eccezione della combinazione Lunario/ A. amaro, che risulta più produttiva anche rispetto alle combinazioni con Alemow e L. volkameriano. L'efficienza produttiva riferita al volume della chioma o alla sezione del fusto nei primi 10 anni di crescita è superiore nell'Alemow rispetto agli altri portinnesti. Nel periodo successivo l'efficienza produttiva si differenzia in funzione delle interazioni tra portinnesti e varietà, ma in generale l'Alemow e il L. volkameriano hanno determinato i valori più alti. Le produzioni cumulate dei 20 anni di studio hanno evidenziato l'effetto fortemente positivo indotto dall'Alemow e dal L. volkameriano, contro l'effetto negativo del Siamelo e dell'A. amaro. In conclusione, le migliori performance produttive cumulate sono state ottenute dal Siracusano 2KR su Alemow, mentre le peggiori da Cerza v.cl. su A. amaro.

Parole chiave: limone, portinnesto, Sardegna.

Valutazioni fisiologiche e metabolomiche di portinnesti di agrumi sottoposti a differenti regimi di stress

Modica G., Di Guardo M., Arcidiacono F., Distefano G., Costantino D., Puglisi I., Baglieri A., La Malfa S., Gentile A., Continella A.

giulia.modica@unict.it

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia

Nella configurazione di un agrumeto, la scelta del portinnesto riveste una grande importanza in quanto influenza direttamente diversi aspetti di interesse agronomico quali la resa, l'efficienza produttiva, la qualità del frutto e la tolleranza a stress biotici ed abiotici. In ambiente mediterraneo la scelta del portinnesto riveste ancora maggiore importanza alla luce della riduzione della disponibilità di risorse idriche da destinare alle attività agricole ed al generale peggioramento della qualità delle acque per uso irriguo. Tutto ciò rende indispensabile la valutazione di portinnesti che possano combinare buone caratteristiche qualitative dei frutti con una maggiore tolleranza a condizioni di stress idrico e salino.

Scopo del presente lavoro è la valutazione di portinnesti di recente introduzione (Bitters, Carpenter e Furr, di origine californiana, e C35) a confronto con altri ampiamente diffusi, quali citrange Carrizo, citrumelo Swingle, *C. macrophylla* e *C. volkameriana* in relazione alla tolleranza a stress idrici e salini. A tal fine sono stati imposti due livelli di stress idrico (50% e 66% della ET_c) e due di stress salino (30 e 60 mM di NaCl) a confronto con il controllo. La prova, condotta in ambiente protetto, è stata eseguita su semenzali di un anno allevati in vaso sui quali sono stati rilevati, per tre mesi, parametri morfologici e fisiologici (scambi gassosi e potenziale xilematico). Il monitoraggio dello stato idrico ha indicato una maggiore tolleranza di Bitters e Carpenter, mentre *C. macrophylla* e *C. volkameriana* sono risultati molto sensibili allo stress idrico e salino al punto da condurre a morte parte delle piante sottoposte ai massimi regimi di entrambi gli stress. Sulle piante, inoltre, sono state determinate le attività enzimatiche di SOD, CAT, APX e MDA che sono risultate coerenti con i parametri morfofisiologici misurati.

Parole chiave: *Citrus*, portinnesti, stress idrico e salino, fisiologia.

Tecniche culturali in ortofloricoltura

Alley cropping as a system to mitigate the impacts of climate change on a wheat crop in a Mediterranean environment. Results based on a biophysical model

Reyes F.^{1,2}, Gosme M.², Wolz J.K.^{2,3}, Lecomte I.², Dupraz C.²

francesco.reyes@unibas.it; christian.dupraz@inrae.fr

¹DICEM, University of studies of Basilicata, Italy, (R.F.)

²ABSYS, INRAE, University of Montpellier, France

³Savanna Institute, Wisconsin, United States of America

Changing climatic conditions (CC) and the increased occurrence of extreme climatic events threaten the stability of crop yields worldwide. We studied the mitigation potential of an alley cropping system on the physiological stresses experienced by a wheat crop, when compared to a monoculture system.

We simulated the growth of durum wheat by means of the Hi-sAFe agroforestry model, as driven by business-as-usual IPCC projections. These were split into three scenarios, representing *Past* (1951-1990), *Present* (1991-2030) and *Future* (2031-2070) climatic conditions. Durum wheat was represented as cultivated alone (agriculture) and in combination with hybrid walnut (agroforestry). Crop growth and the occurrence of thermal, nitrogen and water stresses were analysed. The overall system productivity was also assessed.

The incidence of stresses related to cold temperatures were modest in *Past* and almost disappeared over time. Water, heat and nitrogen stresses doubled from *Past* to *Future*. In alley cropping, medium sized trees (DBH of about 10-15 cm) were able to reduce the same stresses by 20-35%. Crop yields increased from *Past* to the end of *Present* and then remained stable in agriculture, while moderately decreased with tree age in agroforestry (especially in *Future*). Agroforestry efficiently mitigated the impact of CC on the crop, especially for what concern the most extreme climatic events. The analysed system showed to be an interesting and promising adaptation strategy to enhance crop yield stability facing CC.

Keywords: tree, walnut, water stress, thermal stress, nitrogen stress

Applicazione di biostimolante a base di funghi micorrizici arbuscolari nella produzione vivaistica di pomodoro da industria

Lazzizzera C., Elia A., Conversa G.

antonio.elia@unifg.it

Università degli Studi di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), via Napoli 25, Foggia

In sistemi colturali ortofloricoli intensivi è crescente l'interesse verso l'impiego di biostimolanti a base microbica tra cui quelli contenenti inoculo di funghi micorrizici arbuscolari (FAM). Questi funghi sono capaci di instaurare una simbiosi con una specie ospite con potenziali effetti positivi diretti ed indiretti sulla coltura. L'inoculo di funghi AM può essere distribuito al suolo al momento del trapianto tuttavia, il sistema più economico ed efficiente di applicazione di funghi AM è in fase vivaistica (pre-inoculazione).

Una prova di produzione di piantine di pomodoro da industria pre-inoculate è stata condotta presso i vivai Ricciotti adottando un protocollo messo a punto dal DAFNE (tipo e dosi del formulato commerciale a base di funghi AM, tipo di substrato e gestione della concimazione delle piantine). La semina della cultivar Discovery F₁ è stata eseguita in pannelli alveolari (228 fori) su torba (Brill 3 Special) inoculata (M) (12 pannelli) o non inoculata (nM) (12 pannelli) con biostimolante microbico Aegis microgranulo (Italpollina) (12 kg/m³) disposti secondo uno schema sperimentali a blocchi randomizzati con tre ripetizioni. Quaranta giorni dopo la semina è stato determinato il peso fresco e secco della parte aerea e delle radici, l'altezza delle piantine, la superficie fogliare (Li Cor 3100), il contenuto di clorofilla (estrazione con acetone 100% e analisi con Spettrofotometro mod UV 1800 Shimadzu), il colore (colorimetro a riflettanza Minolta Chroma Meter CR-200). La colonizzazione radicale è stata valutata mediante determinazione degli indici di micorrizzazione F (%), M (%) e A (%) calcolati con l'ausilio del software MycoCalc (www.dijon.inra.fr/mychintec/Mycocal-prg). I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza utilizzando la procedura GLM (General Linear Model) del software SAS.

Gli indici di micorrizzazione radicale hanno messo in evidenza la presenza di questi funghi nella torba impiegata come substrato di coltura. Infatti la frequenza di micorrizzazione (F) è stata abbastanza elevata anche in piante nM (45,3%) ma inferiore a quelle M (55%). Una maggiore differenziazione tra piante M e nM è stata evinta per quanto concerne la intensità di micorrizzazione (M), essendo questo indice molto più elevato in piante M rispetto alle nM (1,34 vs 0,5%). Poco rilevante è stata la differenza per la presenza di arbuscoli (0,04 vs 0,03 %).

Le piantine allevate su substrato inoculato (M) hanno mostrato maggiore altezza, area fogliare e peso fresco della parte aerea. La biomassa secca accumulata nella parte aerea invece non si è differenziata in funzione della inoculazione del substrato, al contrario il peso secco delle radici della piante M è stata maggiore rispetto a quello delle piante controllo (2,4 vs 1,4 g), così come il rapporto tra peso secco delle radici e parte aerea (R/A). La concentrazione di sostanza secca è stata uguale tra i trattamenti per quanto riguarda gli steli, invece le piantine M hanno mostrato sostanza secca inferiore nelle foglie e superiore nelle radici rispetto a quelle nM. Il contenuto di clorofilla *a*, *b* e totale, calcolato sulla unità di superficie della foglia, è stato maggiore in foglie di piantine allevate su substrato inoculato con prevalenza del colore giallo (*a**) nelle foglie di piante nM.

Parole chiave: pre-inoculazione, indici di micorrizzazione, clorofilla, sostanza secca.

Calibration of a fertigation model for the precise fertigation of lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.)

Cannazzaro S.¹, Cacini S.¹, Chessa S.², Di Lonardo S.³, Kocian A.², Milazzo P.², Massa D.¹

daniele.massa@crea.gov.it

¹CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Pescia (PT), Italia

²Department of Computer Science, University of Pisa, Pisa, Italy

³CNR -IRET Research Institute on Terrestrial Ecosystems, Italian National Research Council, Sesto Fiorentino (FI), Italy

Fertigation represents one of the most efficient techniques to optimize the delivery of nutrients and water to the crop. It may preserve the cultivation system from nutrient leaching that is harmful for the environment. However, an empirical estimation of the actual crop requirements, in intensive vegetable production systems, may lead to a large waste of nutrients and water even if microirrigation is adopted thus making useless the adoption of such a technology. Vegetable crops are very sensitive to fertigation and an incorrect management can easily limit growers' incomings since defects or excesses are both detrimental for the achievement of high yield and quality. Leafy vegetables, for example, may accumulate excess nitrate in the harvested product, which are harmful for human health, or show poor shelf life in presence of uneven distribution of fertilisers and water throughout the cultivation period. All the above aspects pose a threat for the economic and environmental sustainability of leafy vegetables. Many different tools for precision agriculture nowadays aim at improving nutrient and water use efficiency in intensive cropping systems. Simulation models may offer some characteristics that make growers' decisions easier and faster. These tools can be integrated in decision support systems to assist growers in combination with sensing technologies for monitoring plant nutrient and water status. In this work we calibrated a photosynthesis-based model to simulate plant growth thus providing fundamental parameters for the estimation of crop evapotranspiration and nutrient uptake such as leaf area index and biomass accumulation. The final output of the model is a dynamic simulation of the macronutrient concentrations to be maintained by the fertigation system to match the actual plant needs. Experimental data were collected on lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.; Salanova®-type) grown on rockwool slabs, under optimal (i.e., not limiting) growing conditions, with a plant density of 22 pt/m². The calibration was based on different cultures carried out during the 2018-2019 autumn-winter-spring season under greenhouse conditions. The analysis of simulated versus measured data showed a high capability of the model to predict crop requirements.

Keywords: leafy vegetables, decision support systems, evapotranspiration, nutrient and water use efficiency, precision agriculture.

Co-designing an experimental vertical farm for research and education

Carotti L.¹, Pennisi G.¹, Orsini F.¹, Crepaldi A.², Appolloni E.¹, Gianquinto G.¹

giuseppina.pennisi@unibo.it

¹*Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, DISTAL – Department of Agricultural and Food Sciences, Bologna, Italy*

²*Flytech srl, Via dell'Artigianato, 65, 32016 Alpago, Belluno, Italy*

In recent years, there has been a growing interest among students from different backgrounds toward the implementation of innovative indoor farming systems. These systems have the potential to meet the production of local and safe food while maximizing the use of resources through technology optimization. In the framework of the EU project Food System in European Cities (H2020 862663 www.FoodE.eu), the University of Bologna and Flytech srl have developed the pilot project AlmaVFarm, an indoor vertical farm (VF) dedicated to research and dissemination activities. This pilot is a sealed environment with artificial light only, in which environmental parameters are fully controlled and the resources use is continuously monitored. Within this space, students will have the opportunity to be involved in practical activities and problem-based learning regarding innovative technologies for VF. The elements and the activities to be performed within AlmaVFarm have been designed with the community of the University of Bologna through a two-phases co-design process based on an online survey and a student hackathon. The online survey involved researchers, professors, bachelor and master students from different departments of the University for a total of 64 participants. They were asked to express their preference regarding the type of crop to be grown within AlmaVFarm, the type of activity to develop and whether, and how, they wanted to contribute to the project. Results showed strong interest in the initiative, particularly in co-design, workshops, and research activities, along with a preference for growing vegetables, herb and medicinal plants. The second co-design activity, a student hackathon, involved 27 MSc students. Students worked in groups to design the multifunctional space for research and education on VF, considering commercial solutions and quantifying costs and resource use. In particular they were asked to design the innovative and sustainable VF elements, including details on growing systems and to propose education activities to be hosted within the space. Student projects were evaluated based on five criteria: equipment description, research, educational activities, visual quality and presentation and responses provided during Q&A sessions. Solutions including aeroponics system, diagnostic system and dynamic crop management were the ones most frequently proposed in the projects and that will be implemented within the AlmaVFarm.

Keywords: indoor farming, co-design, innovative technology, survey, student hackathon.

Coltivazione sostenibile dello zafferano (*Crocus sativus* L.) in campo vs fuori suolo, usando inoculi di biostimolanti microbici

Stelluti S., Caser M., Demasi S., Scariot V.

stefania.stelluti@unito.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Torino

La spezia dello zafferano si ricava dall'essiccazione degli stimmi rossi del *Crocus sativus* L., una geofita coltivata principalmente nel bacino del Mediterraneo e nel sud-ovest dell'Asia che fiorisce per 2-3 settimane in autunno. La spezia ha elevate proprietà antiossidanti dovute alla presenza di composti terpenici e fenolici. In base alla concentrazione degli apocarotenoidi crocine, picrocrocina e safranale, responsabili rispettivamente del colore, sapore e aroma, si valuta la qualità della spezia secondo la normativa ISO 3632-1:2011. Con il presente studio, si è voluta indagare la possibilità di impiegare funghi micorrizici arbuscolari (AMF) come biostimolanti, usando un inoculo monospecifico di *Rhizophagus intraradices* e uno multispecifico di *R. intraradices* e *Funneliformis mosseae* (Mix), sia in campo, sulle Alpi occidentali, sia fuori suolo. Tutte le piante hanno, in generale, prodotto una spezia di prima qualità (categoria I - ISO). In campo, indifferentemente dall'inoculo, le piante trattate hanno fornito una spezia con una più alta capacità antiossidante. In particolare, da quelle inoculate con *R. intraradices* si è ottenuta una spezia con un maggior contenuto di crocina II, mentre quelle inoculate con il Mix hanno aumentato la resa dei fiori e della spezia, che tuttavia presentava un minor contenuto di picrocrocina. In fuori suolo, tutte le piante trattate hanno anticipato la fioritura di una settimana e prodotto cormi di dimensioni maggiori, fattore molto importante per la successiva fioritura. La spezia ricavata dalle piante inoculate con *R. intraradices* ha mostrato, come in campo, una più elevata proprietà antiossidante, sebbene il contenuto totale dei fenoli fosse ridotto. Un effetto opposto tra le piante inoculate in fuori suolo si è riscontrato sul contenuto dei tre principali apocarotenoidi, che è aumentato con *R. intraradices* e si è ridotto con il Mix. Rispetto alle piante trattate in campo, quelle in fuori suolo, che presentavano una colonizzazione micorrizica radicale più intensa, hanno prodotto una spezia con una maggiore attività antiossidante, sebbene la resa fosse inferiore. In particolare, in fuori suolo la spezia delle piante inoculate con *R. intraradices* conteneva una più alta concentrazione dei tre metaboliti secondari principali e un minor contenuto totale di fenoli, mentre quella ottenuta dalle piante trattate con il Mix presentava un più alto contenuto totale dei fenoli e un livello di crocine inferiore. In sintesi, trattamenti con AMF hanno aumentato la resa della spezia (Mix) dello zafferano, mentre in fuori suolo ne hanno migliorato la qualità, portando a un aumento della capacità antiossidante e della concentrazione dei principali apocarotenoidi della spezia.

Parole chiave: spezia, funghi micorrizici arbuscolari, composti bioattivi, capacità antiossidante.

Confronto qualitativo tra capolini di carciofo provenienti da sistemi colturali convenzionali e biologici

Palma A.¹, Tiloca M.S.², Deligios P.A.², Ledda L.³, Cicilloni A.M.¹, D'Aquino S.¹

amedeo.palma@cnr.it

¹Consiglio Nazionale Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (CNR ISPA), Traversa La Crucca 3, Località Baldinca, Sassari.

²Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari, Italy

³Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Via Breccie Bianche 10, 60131 Ancona.

La conduzione in regime biologico delle colture è in continua espansione grazie alla considerazione che i consumatori attribuiscono ai prodotti biologici, percepiti come superiori rispetto a quelli ottenuti con metodi convenzionali sia dal punto di vista salutistico sia per il contributo dato alla salvaguardia e al rispetto dell'ambiente. Obiettivo di questo lavoro è stato di valutare, su capolini di carciofo della cultivar Spinoso Sardo, gli effetti sulla fisiologia e sulle proprietà nutrizionali e nutraceutiche di due sistemi colturali differenti: il primo basato su pratiche agronomiche convenzionali; il secondo condotto con interventi tipici dei sistemi di coltivazione biologica, in cui la coltura del carciofo era associata alla coltivazione nell'interfila di una leguminosa (*Phaseolus vulgaris* L.) con inclusione dei residui nel terreno. La prova è stata condotta in agro di Uri (Sassari). I campi sperimentali erano distanziati l'uno dall'altro 50 metri. Ogni tesi è stata suddivisa in tre blocchi, e i campionamenti effettuati mensilmente, da novembre a marzo. Per la caratterizzazione fisiologica dei capolini, dopo la raccolta l'attività respiratoria è stata monitorata per un periodo di 7 giorni alla temperatura di 20°C. Le analisi sulla componente nutrizionale e nutraceutica (contenuto in fenoli totali, attività antiossidante, zuccheri) sono state effettuate sull'estratto metanolico. È stato determinato anche il contenuto in fibre. I parametri fisiologici e nutrizionali non hanno evidenziato differenze significative tra i capolini provenienti dalle due tesi, mentre piccole ma significative differenze sono riscontrate in relazione all'epoca di campionamento. In particolare, l'attività respiratoria non è stata influenzata dai fattori sperimentali, con valori di circa 40 µg CO₂/kg·s alla raccolta e 34 µg CO₂/kg·s dopo sette giorni a 20°C. Diversamente, il contenuto in fenoli totali è aumentato in modo lineare passando da circa 1800 mg/kg a novembre a circa 3000 mg/kg a marzo. Un andamento simile è stato osservato per l'attività antiossidante, con valori che da novembre a marzo sono passati da 0,45 a 0,85 mmoli di trolox eq/kg. Gli zuccheri sono rimasti invariati nel corso della stagione, con una concentrazione media di glucosio di circa 1 mg/kg, di fruttosio di 0.6 mg/kg e di saccarosio di 0,4mg/kg. Al contrario, il contenuto in fibre è risultato superiore nei capolini raccolti a marzo. Nonostante le marcate differenze in termini di apporto di nutrienti e di gestione della carciofaia, i risultati ottenuti non evidenziano importanti differenze in relazione all'attività fisiologica e agli altri parametri determinati.

Parole chiave: atmosfera modificata, carciofo 'spinoso sarso', composti nutraceutici, postraccolta, sistemi colturali.

Effect of aquaponics and soil cultivation on lettuce quality and shelflife

Settanni L., Calone R., Pennisi G., Orsini F., Gianquinto G.

roberta.calone3@unibo.it

Department of Agricultural and Food Sciences and Technologies, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Bologna, 40127, Italy

Cities will play an increased role in creating more resilient communities and ensuring food security. Urban aquaponic may be part of this process by promoting short food chains, reducing greenhouse gas emissions associated with both transport and packaging, and fostering public awareness on environmental issues. Prolonging vegetables' shelf life is an important step in reducing food waste and meet the growing demand for more sustainable food chains. The aim of this study will be, hence, to compare shelf life of aquaponics versus soil-grown lettuces. To do this, an experimental trial will be carried out at the real environment aquaponic prototype created by Aquacopinic Design (Bologna, Italy), hosted at Le Serre - Kilowatt sustainable food and co-working hub. The system includes a productive part (230 plants grown in vertical towers) connected with a raised pond (10'000 L), hosting 400 fishes (including goldfish, koi, medaka and gambusias). Annex to the system there is a vegetarian organic restaurant which utilize fresh vegetables and aromatics plants directly harvested by the acquaponic vertical system and by a small urban garden located nearby. The plants from the aquaponics vertical system and the urban garden are harvested at 30 and 40 days after transplant. Fresh weight, chlorophyll and polyphenol content, leaf turgidity, and total antioxidant capacity are determined at harvest and after 5 days of storage in the dark at 4°C. The study allows to identify whether aquaponics allows to extend the plant' shelf life and how it can improve the product quality and nutritional value, thereby benefiting the restaurant from an environmental, economic, and foodservice perspective.

Keywords: urban aquaponics, lettuce, post-harvest, shelf life, nutritional quality.

Effect of biostimulant on growth and quality of *Dipladenia sanderi* cv Rio

Cristiano G., De Lucia B.

giuseppe.cristiano@uniba.it

Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali (DISAAT). Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”

Dipladenia sanderi L. (Apocynaceae family) is an ornamental evergreen vine with dark glossy oval leaves and trumpetshaped flowers that appear from mid-spring to late-summer. It is grown in the Mediterranean area, obtaining high quality plants in greenhouse.

In this research the effect of a biostimulant on the growth and leaf gas exchange of greenhouse potted *Dipladenia* cv. Rio, were evaluated.

Two treatments were compared: (a) three doses of biostimulant (D): 0 (D0 or control), 0.1 (D0.1), and 0.2 g L⁻¹ (D0.2); (b) two biostimulant application methods (M): foliar spray and root drenching.

The treatments were arranged in a randomized complete-block design with three replicates, with 18 experimental units.

The biostimulant application, both spray and drenching, compared to the control, increased total shoot length, number of leaves, total leaf area, number of flowers and total aboveground dry weight.

Furthermore, without differences between application methods compared to the control, plants treated with the biostimulant significantly enhanced photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance.

Based on our results, applying the biostimulant to potted *Dipladenia* improves the crop quality in an agro-environmental sustainable way.

Keywords: sustainable floriculture, pot plant, Apocynaceae family, crop quality.

Effect of fish stocking density on quality and content of heavy metals and nitrates in aquaponic lettuce

Settanni L., Calone R., Pennisi G., Orsini F., Gianquinto G.

roberta.calone3@unibo.it

Department of Agricultural and Food Sciences and Technologies, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Bologna, 40127, Italy

In the context of climate change and population growth, aquaponics may play an important role for food security, employment and economic development. The Montvert aquaponic farm (San Giorgio di Nogaro, Udine, Italy), created in 2020, represents one of the first Italian commercial aquaponic systems. The system is made up of four independent units, each composed by a fish rearing tank (9 m³), hosting goldfish and koi carp, and a DWC hydroponic system (18 x 3.7 m, with a plant density of 25 plant m⁻²) where lettuces and others leafy vegetables are grown. The four systems are placed inside a greenhouse, and characterized by growing fish densities and, hence, by growing concentrations of nutrient in the fish effluents used for the hydroponic cultivation. The aim of the present study is to compare the effect of fish effluents with growing nutrient concentrations on lettuce yield, morphology, and qualitative traits. Specifically, plants are harvested at commercial maturity and compared for their fresh and dry yield, leaf and head size, and content of chlorophyll, nitrates, and heavy metals. Aquaponics production of lettuce plants is also compared against either the production in traditional DWC hydroponic using a mineral nutrient solution, and a soil-based cultivation system, in order to evaluate the effect on the overall quantitative and qualitative traits and assess whether aquaponics affects the accumulation of nitrates and heavy metals in leaf tissues.

Keywords: aquaponics, stocking density, nutrient concentration, lettuce quality, contaminant accumulation.

Effetti del sistema irriguo e delle dimensioni del contenitore sulla crescita e sugli aspetti qualitativi di piante in vaso di *Murraya paniculata*

Fascella G.¹, Roupheal Y.²

giancarlo.fascella@crea.gov.it

¹CREA Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA DC, Bagheria (PA))

²Università degli Studi Federico II, Dipartimento di Scienze Agrarie, Portici (NA)

L'adozione di efficienti sistemi irrigui, in coltivazioni in fuori suolo, che migliorino l'efficienza del consumo idrico (WUE) e l'individuazione di adeguati volumi dei contenitori in grado di favorire lo sviluppo vegetativo delle piante costituiscono delle priorità nel settore del vivaismo ornamentale. Il sistema irriguo e la dimensione del contenitore, infatti, possono influenzare significativamente sia la crescita che la qualità delle specie ornamentali in vaso. All'uopo, è stato condotto uno studio su piante di *Murraya paniculata* (L.) Jacq. allevate in serra, in coltura fuori suolo a ciclo chiuso, allo scopo di valutare l'effetto di due tipologie di irrigazione a microportata (a goccia e subirrigazione) e due dimensioni dei vasi (Ø 14 e 18 cm, corrispondenti a volumi di 2 e 4 l) su ritmo di crescita, effetto estetico, contenuto in clorofilla e scambi gassosi delle foglie, WUE e conducibilità elettrica (EC) della soluzione ricircolante. Ciascun vaso, riempito con una miscela di torba bruna e perlite (2:1, v/v), è stato collocato su appositi bancali ad una densità di 9 e 7 piante m⁻², rispettivamente per il diametro 14 cm e quello di 18 cm. È stato adottato uno schema sperimentale a blocchi completamente randomizzati in cui i quattro trattamenti (2 sistemi irrigui x 2 dimensioni dei contenitori) sono stati replicati tre volte ed ogni replica era costituita da 20 piante. In entrambi i sistemi, l'irrigazione era gestita tramite tensiometri collegati ad una centralina elettronica che controllava gli interventi in funzione del potenziale idrico (matriciale) del substrato di coltivazione. Quando l'EC della soluzione ricircolante superava la soglia di 2,5 dS m⁻¹, veniva aggiunta acqua alla soluzione fresca per riportarla ai valori di partenza (1,8 dS m⁻¹). Le piante di *Murraya* allevate tramite subirrigazione hanno evidenziato una crescita simile, ma una maggiore WUE, rispetto a quelle irrigate con il sistema a goccia. Inoltre, la subirrigazione ha fatto registrare minori variazioni di EC della soluzione nutritiva rispetto ai valori ottenuti con l'irrigazione a goccia, lasciando intravedere una maggior semplificazione nella gestione della soluzione nel sistema a ciclo chiuso. L'aumento del diametro del contenitore da 14 a 18 cm ha determinato, oltre ad una maggior WUE, incrementi del 156%, 30%, 43% e 138% per quanto riguarda rispettivamente la produzione di biomassa, l'altezza della pianta, il numero di foglie e l'area fogliare. Le migliori performance di *Murraya* in vasi di 18 cm sono imputabili ai più elevati valori di fotosintesi netta e di indice SPAD (rispettivamente del 35% e 16%), rispetto a quelli rilevati su piante in vaso di 14 cm di diametro.

Parole chiave: irrigazione a goccia, subirrigazione, ciclo chiuso, EC, ornamentali in vaso.

Effetti dell'applicazione delle tecniche di agricoltura conservativa ad un campo di germoplasma dell'olivo nella collina interna siciliana

Cavallaro V.¹, Scoto A.², Longo I.¹, La Rosa S.¹, Pellegrino A.¹, Barbera A.C.³, Maucieri C.⁴

valeria.cavallaro@cnr.it

¹IBE-Istituto di BioEconomia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, sede di Catania via Gaifami, 18, 95126 Catania, Italia

²Libero Consorzio Comunale di Enna.Servizio agricoltura e sviluppo rurale-Gestione campo raccolta germoplasma olivo Piazza Garibaldi, 1 Enna

³Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente - Di3A, Università di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania, Italia

⁴Dipartimento di Agronomia, Alimentazione, Risorse Naturali, Animali e Ambiente (DAFNAE), Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia

Le aree interne collinari della Sicilia sono esposte a fenomeni di degrado favoriti dalle lavorazioni del terreno non corrette, dall'abbandono e dalla propagazione, in vaste aree, degli incendi estivi. L'esposizione di questi suoli, spesso privi di vegetazione, agli eventi meteorici, li rende particolarmente soggetti a fenomeni di erosione del suolo con perdita progressiva di fertilità (conseguente alla diminuzione della sostanza organica e dei nutrienti degli strati più superficiali), di permeabilità e aumento del rischio idrogeologico. In questi areali, l'adozione di tecniche di agricoltura conservativa che prevedano minime lavorazioni del suolo e coperture vegetali stabili, risultano di importanza fondamentale per la rivalutazione e il mantenimento degli equilibri idrogeologici. Per le colture arboree, soprattutto in terreni in pendio, l'inerbimento controllato delle superfici rappresenta una valida strategia di protezione del suolo soprattutto in previsione dell'aumento dell'aggressività degli eventi meteorici a causa dei cambiamenti climatici. Sulla base di queste considerazioni, nel campo collezione di olivo del Libero consorzio di Enna, sito in un'area rappresentativa delle aree interne del territorio Siciliano (Pergusa - EN) sono state messe a punto le tecniche di agricoltura conservativa per il mantenimento sostenibile del suolo.

Sono stati analizzati il decorso trentennale delle temperature e delle precipitazioni, le principali caratteristiche fisico-chimiche dei terreni e valutate le specie vegetali spontanee da poter utilizzare come 'cover crop'. Lo sfalcio delle infestanti è stato eseguito solo nella tarda primavera per favorire la formazione e la disseminazione del seme delle leguminose ed in particolare degli ecotipi spontanei di lupino.

I primi risultati ottenuti ci consentono di affermare quanto segue.

Il terreno su cui è realizzato lo studio, nel complesso, è risultato di tessitura sabbiosa-limoso. Queste caratteristiche rendono l'area di intervento particolarmente suscettibile ai fenomeni di erosione idrica e di mineralizzazione della sostanza organica.

Il *Lotus corniculatus* L. e il *Lupinus* spp. (specie autoctone) hanno mostrato un'elevata capacità di autoriproduzione con un significativo incremento delle superfici coperte per effetto degli sfalci tardivi determinando un significativo aumento della sostanza organica.

Durante i due anni della prova non sono stati osservati i fenomeni di ruscellamento. L'adozione di tecniche agronomiche conservative ed il favorire lo sviluppo delle specie spontanee utili, sembrano pertanto contribuire significativamente a contrastare il fenomeno dell'erosione e a migliorare le caratteristiche fisico-chimiche del terreno.

Parole chiave: agricoltura conservativa, olivo, inerimento con specie spontanee, *Lotus corniculatus*, *Lupinus* spp.

Effetti della concimazione fosfatica e dell'innesto erbaceo sul contenuto di minerali delle bacche di melanzana

Mauro R.P.¹, Stazi S.R.², Distefano M.¹, Basile F.¹, Sabatino L.³, Leonardi C.¹

rosario.mauro@unict.it

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, via Valdisavoia, 5 – 95123 Catania

²Dipartimento di Scienze Chimiche, Farmaceutiche ed Agrarie (DOCPAS), Università degli Studi di Ferrara, via Fossato di Mortara 17 - 44121 Ferrara

³Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF), Università degli Studi di Palermo, viale delle Scienze, ed. 5, 90128 Palermo

I frutti di melanzana (*Solanum melongena* L.) rappresentano un elemento caratterizzante la dieta mediterranea, ed una importante fonte alimentare di composti funzionali quali antociani, acidi fenolici ed elementi minerali, specialmente potassio (K), fosforo (P) e magnesio (Mg). Negli areali produttivi siciliani, la coltivazione di tale solanacea avviene in pien'aria (cicli primaverile-estivi) o in coltura protetta (cicli autunno-vernini), su substrati pedologici sovente caratterizzati da elevato contenuto in calcare e reazione subalcalina. Tale caratteristica genera, nelle più comuni condizioni operative, la tendenza ad adottare protocolli colturali caratterizzati da eccessive concimazioni fosfatice, con conseguenti ripercussioni sulla qualità del prodotto e sull'impronta ecologica delle produzioni. Allo stato attuale, l'adozione di tecniche basate su un impiego razionale delle risorse (specialmente quelle non rinnovabili, come le materie prime fosfatice) risulta auspicabile per soddisfare le crescenti richieste di alimenti più sostenibili e con miglior profilo nutraceutico. D'altro canto, l'innesto erbaceo è ampiamente riconosciuto come efficace mezzo per far fronte a condizioni di stress nutrizionale, ma che può avere riflessi sulle caratteristiche qualitative dei prodotti. Tuttavia, in riferimento alla coltura della melanzana, gli effetti combinati di diversi input fosfatici e dell'adozione dell'innesto non sono stati ancora sufficientemente studiati, specialmente in condizioni di pien'aria. Per tale motivazione, nel presente lavoro sono stati posti allo studio, in condizioni di pieno campo, gli effetti di tre livelli di concimazione fosfatica (0, 30 e 90 kg P ha⁻¹, di seguito P₀, P₃₀ e P₉₀) sul profilo minerale di bacche di melanzana delle cv. Birgah e Dalia, provenienti da piante non innestate o innestate su *S. torvum* cv. Espina. Rispetto a P₉₀, il livello P₃₀ ha fatto registrare la maggiore concentrazione di macro-, meso- (Mg, Ca) e microelementi nei frutti (principalmente Mn, Cu e B), ma ha comportato una riduzione nelle concentrazioni di Fe e Zn. Il portinnesto 'Espina' ha indotto un incremento della concentrazione di taluni micronutrienti (principalmente Mn, B e Zn), ma ha ridotto l'accumulo di Fe, specialmente in condizioni di apporti fosfatici contenuti. In riferimento ai nesti, 'Dalia' ha rivelato il maggior contenuto di Ca, Na, B e Zn nei frutti, specialmente se innestata. Complessivamente, i risultati suggeriscono l'opportunità di fare ricorso all'innesto, non solo per far fronte alle condizioni di stress da bassi input fosfatici, ma anche allo scopo di incrementare il contenuto di micronutrienti nelle bacche di melanzana.

Parole chiave: fosforo, innesto erbaceo, *Solanum melongena* L., concimazione, sostenibilità.

Effetto della fertilizzazione azotata e dell'applicazione di *Azoxystrobin* su produzione e qualità di lattuga

Di Carlo M., La Rotonda P., Bonasia A.

anna.bonasia@unifg.it

Università degli Studi di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), via Napoli, 25 – Foggia

La prova, condotta in agro di Foggia su una cultivar di lattuga tipologia cappuccio ('Faustina RZ'; Rijk Zwaan), in ciclo autunno-vernino, ha previsto il confronto di tre livelli di concimazione azotata (N0, N50 e N100 pari a 0, 50 e 100 kg·ha⁻¹ di N, rispettivamente) e dell'applicazione di una strobilurina (Azoxystrobin, methyl (E)-2-2-[6-(2-cyanophenoxy)pyrimidin-4-yloxy]phenyl-3-methoxyacrylate) (Ortiva®, Syngenta Italia), principio attivo fungicida con azione biostimolante-simile. La strobilurina è stata distribuita per via fogliare allo stadio di 20^a foglia vera e successivamente 1 settimana ('Mom7') e 3 settimane ('Mom21') prima della raccolta. È stata valutata la produzione e la qualità della materia prima, inoltre la perdita di peso durante una conservazione di sette giorni (4°C) del prodotto tagliato e confezionato.

La produzione di lattuga è aumentata nei trattamenti concimati rispetto al non concimato (N0), ma nessuna differenza è emersa tra N50 e N100; le foglie di lattuga N100 hanno presentato la più bassa qualità igienico-sanitaria, raggiungendo un contenuto di nitrato pari a 2.700 mg kg⁻¹ p.f. (92% e 170% più alto di rispetto a N50 e N0). L'applicazione della strobilurina ha determinato un prodotto alla raccolta di alta qualità, sia da punto di vista biometrico (più alta produttività per maggiore dimensione e espansione fogliare; maggiore contenuto di sostanza secca e maggiore turgidità - *relative water content*), estetico (colore più verde intenso indicato da un minore indice di luminosità-L*, maggiore angolo della tinta-h, e maggiore contenuto di clorofille), e nutrizionale (più elevato contenuto di polifenoli totali ed attività antiossidante, minor contenuto di nitrato) rispetto al prodotto non trattato. In post-raccolta, il prodotto trattato con la strobilurina, indipendente dal momento di applicazione, ha mostrato la minor perdita di peso totale, imputabile a minori perdite per respirazione. In merito al momento di applicazione dell'*Azoxystrobin*, alcuni parametri ci permettono di concludere che il momento più lontano dalla raccolta ('Mom21') determina un prodotto più adatto alla trasformazione in IV gamma, in quanto rispetto alla applicazione 7 giorni prima della raccolta ('Mom7'), il prodotto si presenta con foglie più turgide e più ricche in sostanza secca.

Parole chiave: *Lactuca sativa* L. (var. bot. *capitata*), strobilurina, nitrato, polifenoli

Efficacia di nuovi complessi di origine naturale [*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle] ad azione erbicida in ambito ortoflorovivaistico

Caser M.¹, Demasi S.¹, Caldera F.², Dhakar N.K.², Trotta F.², Scariot V.¹

matteo.caser@unito.it

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco, Torino

²Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Torino, Via Pietro Giuria 7, 10125, Torino

Ailanthus altissima (Mill.) Swingle è una specie appartenente alla famiglia delle Simaroubaceae, introdotta in Occidente nel XVIII secolo. Oggi è diventata una specie invasiva negli ambienti a clima temperato a causa della sua rapida crescita vegetativa e della produzione di complessi ad azione allelopatica. Il principale di questi è l'ailantone, un quassinoide che ha mostrato un'elevata attività erbicida, destando interesse verso una sua applicazione in campo agrario. Sono state, però, evidenziate due principali problematiche legate ad un suo possibile utilizzo: la rapida degradabilità nell'ambiente, ad opera probabilmente di microrganismi, e l'elevato costo per la sua estrazione e purificazione. Con l'obiettivo di contrastare queste due limitazioni, sono state quindi avviate in parallelo due linee di ricerca. La prima ha valutato la possibilità di includere l'ailantone in nanospugne (NS) (i.e. ciclodestrine), con l'obiettivo di promuoverne un rilascio graduale nell'ambiente. Mediante diverse combinazioni di reticolazioni (i.e. 1,1'-carbonyldiimidazole, CDI o dianidride piromellitica, DMFN), sono stati ottenuti otto complessi che sono stati valutati mediante prove in pre- e post-emergenza su diverse specie vegetali (infestanti, orticole e floricole), coltivate su due diversi tipi di substrato (i.e. terriccio a base di torba e suolo sabbioso), prima in condizioni di crescita controllata in cella climatica e poi in serra. Le prove hanno permesso di selezionare il formulato migliore (i.e. ailantone incluso in γ NS-CDI), capace di aumentare e prolungare l'efficacia erbicida dell'ailantone (+58% rispetto al composto puro) alla concentrazione di 30 mg L⁻¹.

La seconda linea di ricerca ha valutato la possibilità di impiegare estratti di ailanto, di più semplice ottenimento rispetto all'ailantone puro. Sono stati ottenuti estratti vegetali da diversi organi (foglie, radici, samare e rachidi fogliari), utilizzati dapprima in prove di laboratorio, in ambiente sterile, in pre-emergenza, su specie modello (*Raphanus sativus* L. e *Lepidium sativum* L.). In seguito, sono stati applicati in prove di pre-emergenza sia in serra che in vivaio, per saggiare l'effetto del trattamento in reali condizioni di applicazione e valutare l'eventuale fitotossicità sulle piante coltivate (*Salvia officinalis* L., *S. rosmarinus* Schleid., and *Dianthus caryophyllus* L.). Gli estratti vegetali hanno mostrato una significativa attività fitotossica sulle principali specie infestanti in ambiente serricolo alla concentrazione di 100 mg L⁻¹ di ailantone. Inoltre, gli estratti da rachide e radice hanno avuto un'attività più persistente (fino a 18 giorni) rispetto all'ailantone puro, suggerendo che l'ailantone agisca in sinergia con altre molecole presenti all'interno del fitocomplesso.

Parole chiave: *Ailanthus altissima*, ailantone, fitotossicità, germinazione, nanospugne

Impiego di matrici organiche ammesse in agricoltura biologica nella coltivazione della zucca

Nicoletto C., Pretti F., Falcioni V., Zanin G., Sambo P.

paolo.sambo@unipd.it

Dipartimento di Agronomia Alimenti Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

Il settore agricolo globale è stato caratterizzato, dalla prima metà del '900, dallo sviluppo di metodi di agricoltura alternativi a quello convenzionale. Soprattutto negli ultimi anni, l'agricoltura biologica rappresenta un'importante alternativa all'impostazione convenzionale ed offre una possibile parziale risposta alle preoccupazioni sull'impatto ambientale del settore primario. In campo agronomico è ormai essenziale sfruttare i sottoprodotti dell'industria agroalimentare, delle aziende agricole e zootecniche per la produzione di generi alimentari massimizzando l'economia circolare e la virtuosità dei cicli produttivi. Lo scopo di questa sperimentazione, inserita in un progetto più ampio finanziato dal PSR della regione Veneto (Biofertimat), è quello di valutare l'efficienza d'uso delle matrici organiche di origine vegetale e animale cercando di sostituire parzialmente o completamente l'impiego di fertilizzanti minerali, soprattutto di forma azotata. La prova, realizzata presso l'Azienda agraria sperimentale dell'Università di Padova, ha previsto il confronto in pieno campo tra diverse modalità di concimazione impiegando matrici organiche di derivazione agro-industriale (compost-spento di fungaia, pollina, Vegand® e digestati anaerobici) come sostituti parziali o completi del fabbisogno azotato, focalizzando l'attenzione sulla coltivazione di due varietà di zucca: Delica e Uchiki Kuri. La prima tradizionalmente impiegata nel mercato nazionale, la seconda innovativa per il mercato. Oltre ad un testimone assoluto non concimato (T0), i trattamenti a confronto hanno previsto che l'intero fabbisogno in N della coltura fosse apportato in forma minerale (TMIN); 50% minerale e 50% da matrice organica (T50); 100% da matrice organica (T100) e 200% da matrice organica (T200). Tali trattamenti sono stati valutati nei confronti degli aspetti produttivi e qualitativi della coltura.

La varietà Delica si è notevolmente avvantaggiata della concimazione organica esprimendo performance produttive maggiori del testimone minerale per tutte le matrici organiche. Uchiki Kuri ha invece presentato risposte diverse evidenziando una riduzione della produzione commerciale in corrispondenza dei trattamenti caratterizzati da concimazione organica e aumentando al contempo la quota di scarto. I parametri morfologici e colorimetrici hanno subito variazioni significative in relazione alla concimazione e alla tipologia di zucca.

Parole chiave: concimazione minerale, Delica, Uchiki Kuri, qualità, sostenibilità.

Impiego di un fertilizzante fosforico ottenuto dagli scarti dell'industria conciaria in orticoltura biologica

Grassi C., Vivoli R., Baldi A., Petralli M., Orlandini S., Napoli M.

chiara.grassi@unifi.it

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali – DAGRI (Università degli Studi di Firenze, Piazzale delle Cascine, 18 – 50144, Firenze)

L'utilizzo di materiali di scarto per la produzione di fertilizzanti organici rientra tra le strategie dell'economia circolare ed è in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile 2 e 12 dell'Agenda 2030. In tale ottica, le industrie conciari producono una grande quantità di rifiuti che, se trattati opportunamente, possono essere utilizzati come fertilizzanti, in quanto estremamente ricchi di azoto e carbonio organici, e rappresentare una valida alternativa al letame e al compost.

Obiettivo di questa ricerca è stato proprio quello di valutare le performance agronomiche di un fertilizzante biologico, ottenuto dall'idrolisi con acido solforico della sostanza organica presente negli scarti della rasatura del cuoio, conciato al vegetale, e poi solidificata aggiungendo fosfato naturale di roccia tenera (fertilizzante PBio). Per questo scopo, è stato studiato l'effetto della concimazione con PBio sull'accrescimento e la resa di pomodoro e fagiolo coltivati in pieno campo e sulle caratteristiche chimico-fisico-biologiche del suolo. Il PBio è stato distribuito in un'unica dose, alla semina/trapianto, e in dose frazionata, in parte in presemina e in parte alla semina/trapianto, e il suo effetto confrontato con un controllo non concimato. Sulle piante sono stati eseguiti: rilievi morfologici, come altezza, numero di fiori e numero di frutti/baccelli; rilievi qualitativi, come Spad e vigoria della vegetazione attraverso GreenSeeker®; e rilievi quantitativi, come peso fresco e secco di fusti e foglie, radici e frutti/baccelli e numero totale e calibro di frutti/baccelli alla raccolta. Il suolo è stato oggetto di prove in colonna per valutare l'attività di lisciviazione di fosforo e azoto e per verificare l'effetto del fertilizzante sull'attività dei batteri ammonio ossidanti, bioindicatori dello stress del suolo. Dall'analisi dei risultati è emerso che la concimazione con PBio ha determinato un maggiore accrescimento delle piante di pomodoro e fagiolo rispetto al controllo. Per il pomodoro non sono state osservate differenze significative dovute alla modalità di distribuzione del fertilizzante, mentre nel fagiolo la distribuzione unica ha determinato un aumento del peso fresco e secco della pianta e dei baccelli e del numero totale di baccelli prodotti a fine ciclo. Il fertilizzante PBio ha garantito un lento rilascio dei nutrienti con un effetto positivo sulle proprietà chimiche del suolo e mostrato un effetto prolungato sulla presenza dei batteri ammonio ossidanti.

Questa ricerca è stata condotta nell'ambito del Progetto "AGRIN-MEC – Produzione di fertilizzante per AGRicoltura biologica: automazione del ciclo tramite Innovative parti MECcaniche" finanziato dalla Regione Toscana nel quadro del POR FESR Toscana 2014-2020.

Parole chiave: rifiuto, cuoio, concimazione, fosforo, agricoltura biologica.

La coltivazione e propagazione del luppolo nelle Marche, Gruppo Operativo #LuppoloMarche

Balducci F., Marcellini M., Sabbadini S., Mezzetti B., Capocasa F.

francesca.balducci@staff.univpm.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italia

La coltivazione del luppolo è in via di sviluppo su tutto il territorio nazionale ma al momento nella Regione Marche esistono solo piccole superfici dedicate a questa coltura. Visto l'interesse che alcune aziende hanno dimostrato verso tale prodotto, è stato possibile accedere ai finanziamenti del Programma di Sviluppo Rurale 2014/2020 - M16.1.A.2 Finanziamento dei Gruppi Operativi - FA 2A con la Domanda Di Aiuto n.28178.

Il progetto di durata triennale sarà sviluppato secondo diverse attività tra le quali la realizzazione di impianti di valutazione varietale includendo cultivar di luppolo disponibili sul mercato, note per un possibile interesse in questo territorio. La valutazione sarà svolta presso tre campi sperimentali, uno in provincia di Pesaro Urbino (Azienda Agricola La Contea) e due in provincia di Ancona (Azienda Agricola Dott.ssa Elena Spinsanti e Azienda Agricola P. Rosati). Obiettivo del progetto è anche quello di mettere a punto un protocollo di propagazione in vitro del luppolo per fornire materiale vivaistico idoneo alla coltivazione nell'areale della Regione Marche.

Attraverso lo studio di questa coltura si cercherà di offrire alle aziende della Regione Marche una nuova opportunità di diversificazione produttiva con l'introduzione della coltivazione del luppolo sia per il consumo alimentare fresco sia per la produzione di birra.

Le attività avviate hanno permesso di: a) sviluppare un protocollo di micropropagazione per le cultivars di luppolo identificate di possibile interesse per questo areale; b) realizzare un primo campo di luppolo destinato alla raccolta di germogli da destinare al consumo fresco, fornendo già i primi dati sulla diversa adattabilità delle cultivars e la loro produzione; c) realizzare un nuovo impianto sperimentale per la produzione di fiori da destinare alla birrificazione.

Parole chiave: *Humulus lupulus* L., Regione Marche, PSR, micropropagazione.

Produzione di alta qualità in agricoltura biologica di zafferano (*Crocus sativus* L.)

Infurna G.M.¹, Ciulla A.¹, Treccarichi S.¹, Malgioglio G.¹, Ruffino A.¹, Fallahi H.², Branca F.¹
matteo.infurna@outlook.it

¹Università degli studi di Catania (Di3A), via Valdisavoia 5. 95123 Catania

²Department of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Il *Crocus sativus* L. è una specie appartenente alla famiglia delle Iridaceae che riveste notevole interesse agronomico per la spezia di notevole pregio che ne viene estratta, ovvero lo zafferano, nota anche come “spezia d’oro” o “oro rosso”. Oltre alla produzione di spezia particolare interesse è rivolto alla vendita dei cormi che risultano anch’essi molto redditizi. Lo zafferano è una pianta erbacea a ciclo annuale. Tuttavia, essendo una bulbosa con una notevole proliferazione in cormi risulta spesso coltivata a ciclo biennale o poliennale come accade in Grecia o in Iran che attualmente risultano essere i maggiori produttori a livello mondiale. Negli ultimi anni, a causa degli improvvisi cambiamenti climatici la produzione della spezia ha subito un notevole decremento. L’obiettivo del lavoro è stato di valutare delle tecniche colturali che siano in grado di sostenere la produzione in maniera ecosostenibile. La prova è stata condotta presso un’azienda certificata in biologico sita a Barrafranca (37°24’32” N; 14°13’14” E). Alla fine del periodo estivo, dopo aver suddiviso i cormi in base al peso e al calibro sono stati trapiantati alla densità di 60 bulbi per m². La prova è stata condotta su un terreno sabbioso ed è stata dotata in parte di un impianto di irrigazione con ali gocciolanti della portata di 1,5 l/h. Lo schema sperimentale adottato è stato a parcelle suddivise destinando la parcella principale all’irrigazione di soccorso e quelle secondarie all’applicazione delle micorrize. Il primo fattore sperimentale è stata l’irrigazione di soccorso effettuata nell’arco della prova e il secondo un protocollo di nutrizione organica basato sull’utilizzo di due formulati commerciali denominati rispettivamente Ammino complex extra[®] e Maxy root[®] forniti da ITAKA s.r.l. Dopo circa undici settimane dal trapianto è avvenuta la comparsa dei fiori che sono stati raccolti per l’estrazione della spezia. Durante il ciclo colturale sono stati monitorati i dati relativi alle diverse fasi fenologiche e sono state effettuate tutte le pratiche di gestione colturale necessarie. Inoltre, durante il ciclo sono stati effettuati i rilievi bio-morfometrici per la caratterizzazione dei cormi, dell’apparato radicale e delle foglie. Successivamente, i campioni sono stati liofilizzati per estrarre successivamente la componente bioattiva dello zafferano. Dai risultati ottenuti si evince che per ottenere un prodotto di alta qualità è necessario monitorare costantemente l’andamento climatico e adattare dei protocolli agronomici idonei valutando le esigenze irrigue delle piante prese in esame e intervenendo con l’ausilio di prodotti biostimolanti che possono sostenerne la crescita e aumentare la produzione della coltura.

Parole chiave: Crocus, sostenibilità, zafferano, irrigazione, microorganismi.

Reti protettive: uno strumento efficace per migliorare la produzione orticola in ambiente mediterraneo

Formisano L., Ciriello M., Roupael Y., De Pascale S.

luigi.formisano3@unina.it

Dipartimento di Agricoltura (DIA), Università Federico II di Napoli, Portici, Italia

I recenti cambiamenti climatici stanno mettendo a dura prova il settore agricolo, chiamato a soddisfare le esigenze alimentari di una popolazione mondiale in rapida crescita. Garantire un ambiente di coltivazione ottimale, specialmente nell'area mediterranea, necessita l'implementazione di nuove strategie di coltivazione sostenibili ed efficaci per mitigare gli effetti degli stress biotici ed abiotici. Le reti antinsetto e ombreggianti sono uno strumento efficace per ridurre la pressione biotica e abiotica ma richiedono un'attenta valutazione degli effetti indotti sul microclima. La ridotta porosità delle reti antinsetto, per esempio, riducendo il flusso d'aria potrebbe determinare aumenti della temperatura all'interno della serra con ripercussioni negative sulle colture e la qualità dei prodotti. A tale scopo, è stato condotto uno studio per valutare gli effetti del microclima indotto da due reti antinsetto con diversa porosità sulle performance produttive e qualitative di zucchini (*Cucurbita pepo* L.) in serra-tunnel. Le reti ombreggianti, grazie alla possibilità di modulare l'intensità e la qualità della luce e, quindi, di ridurre la temperatura, offrono la possibilità di prolungare il calendario di produzione e di migliorare la qualità dei prodotti orticoli. Sulla base di queste considerazioni, è stata valutata la risposta fisiologica, produttiva e qualitativa di quattro cultivar di lattuga (*Lactuca sativa* L. var. Canasta, Ballerina, Foglia di Quercia e Romana) coltivate sotto rete ombreggiante in serra-tunnel.

Parole chiave: *Cucurbita pepo* L., reti antinsetto; *Lactuca sativa* L., reti ombreggianti, colture protette.

Risposta di *baby leaf* all'applicazione fogliare di estratto di *Moringa oleifera* Lam.

Toscano S.¹, Ferrante A.², Romano D.¹

dromano@unict.it

Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Via Valdisavoia 5, 95123 CATANIA

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agraria e Ambientali, Via Celoria 2, 20133 Milano

La produzione e la commercializzazione delle *baby leaf* sono cresciute negli ultimi anni, perché questa tipologia di prodotto offre ai consumatori prodotti attraenti e con un alto contenuto di composti bioattivi, per cui sono spesso inseriti nella categoria dei cosiddetti *superfood*. Particolare attenzione è posta a diverse colture della famiglia delle Brassicaceae, che appaiono contrassegnate da interessanti tratti nutraceutici. Per incrementare il profilo salutistico dei prodotti e la resa, si fa largo ricorso a prodotti biostimolanti che possono aumentare la sostenibilità di diversi prodotti orticoli, grazie al miglioramento dell'efficienza d'uso dei nutrienti e della tolleranza agli stress abiotici. Di recente la *moringa* (*Moringa oleifera* Lam.), una specie comunemente coltivata nelle regioni tropicali del mondo, è stata inserita tra i prodotti biostimolanti per le proprietà antiossidanti degli estratti delle sue foglie che sono considerati una ricca fonte di ormoni della crescita, antiossidanti, vitamine e nutrienti minerali. Grazie alle favorevoli condizioni ambientali, la specie può essere coltivata nelle aree costiere della Sicilia per cui è possibile disporre di foglie fresche da utilizzare per ottenerne degli estratti.

La prova è stata svolta in serra a partire dal novembre 2020 e ha riguardato due cultivar, una standard di cavolo da foglia ('Cavolo Lacinato Nero di Toscana', CL) e un genotipo locale di broccolo ('Broccolo Nero', BN). Le giovani piante, coltivate in contenitori alveolati, dopo 15, 30 e 40 giorni dalla semina, sono state trattate con estratto di foglie di *moringa* (MLE), mentre le piante di controllo (C) con acqua distillata. I rilievi hanno riguardato i parametri di crescita, la fluorescenza della clorofilla, il contenuto in clorofilla e pigmenti carotenoidi, l'attività antiossidante (DPPH), il contenuto totale di zuccheri, fenoli, flavonoidi e nitrati.

Il trattamento con MLE ha incrementato il contenuto in clorofilla *a*, *b* e in carotenoidi in CL rispetto al controllo (di ~ 22, 26 e 26% rispettivamente). Effetto positivo è stato registrato anche per il DPPH in CL con un incremento del 28%. Andamento simile è stato osservato per l'acido ascorbico: CL trattato con LME ha fatto registrare, infatti, un incremento del 21%. Nessun effetto significativo è stato osservato in BN. I risultati hanno dimostrato che la somministrazione di *moringa* è in grado di migliorare il profilo nutraceutico dei prodotti, anche se la risposta sembra essere specie-specifica. In CL, infatti, si sono registrati effetti positivi per quasi tutti i parametri allo studio per effetto della somministrazione di MLE; gli effetti, invece, sono apparsi più lievi e non sempre significativi in BN.

Parole chiave: *superfood*, Brassicaceae, carotenoidi, attività antiossidante, acido ascorbico.

Saffron: yield results of a triennial experiment on corms of different provenience

Ronchi A.¹, Sambo P.², Nicoletto C.², Dalla Costa L.¹

luisa.dallacosta@uniud.it

¹Dipartimento Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali – Università di Udine - Via delle Scienze 208, 33100 Udine

²Dipartimento di Agronomia Alimento Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

Saffron is a perennial crop grown for its precious spice. The coloured dry stigmas are used in cuisine as food ingredient for its peculiar flavour and aroma. It is used also as dye for textile. Antiquely it was used as medicament, and the application with medicinal purposes has been extensively searched for active metabolites against carcinogenic attacks and neurodegenerative disease. Due to its high economic value and manual labour demand, it is often grown with organic agriculture procedure, and regarded with interest in marginal areas to integrate the low farm income.

An experiment was set up in Fossalon (Udine, Northern Italy, close to the sea) on a silty soil covered with PE mulching to facilitate weed control and to protect from wind erosion. Corms of each of three proveniences (ITA-originally from an area near Ancona, French F-area near Lyon, Dutch NL trade company), were planted in September 2016 with low plant density (6.67 m⁻²) and pluriannual growing cycle. Stigmas were collected for 3 years, dried and analysed for Crocine, Picrocrocine and Safranal.

In the planting year, flowering was earlier and higher (1,66 flower/plant) in ITA more adapted corms, as compared F (0,59) and NL (0,85) provenience. The second year flowering date was contemporary and synchronised, with F and NL provenience non statistically different in cumulative flower number, and 11,83 and 12,68 flower/bulb yield respectively, and significantly higher than ITA bulbs, 10,98 flower/bulb. In 2018 total flower yield was 12,76 and 13,44 flower/bulb, respectively for F and NL, and 10,55 for the ITA bulbs. Finally, bulbs were lifted, graded and weighted. Number of bulbs 3÷4 cm in diameter was found statistically higher in F and NL provenience (4,33 and 3,93), than ITA (2,99). Stigma qualitative analysis of Crocine, Picrocrocine and Safranal pointed the excellent quality of the stigmas collected throughout the experiment. Non-statistically different values were found in Crocine (>200) and Safranal (>20) among provenience, and marginal difference in Picrocrocine (higher in F and NL), but far above 70, legal threshold for high quality stigmas. Saffron confirmed an adequate crop choice in sustainable agriculture systems, but higher plant densities need to be applied, to increase the inadequate crop yield.

Keywords: quality, crocine, picrocrocine, safranal.

Testing sap-flow sensors for the estimation of crop transpiration in soilless tomato irrigated with saline water

Massa D.¹, Traversari S.¹, Cacini S.¹, Venezia A.², Navarro Garcia A.²

daniele.massa@crea.gov.it

¹CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Via dei Fiori 8, 51017, Pescia (PT), Italia

²CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Council for Agricultural Research and Economics, Via Cavallegeri 25, 84098, Pontecagnano Faiano (SA), Italy,

Tomato cultivation represents an important produce of horticultural greenhouse farming in the Mediterranean. The climate changes are causing in this region a progressive increase in dry and warm periods making necessary more than ever the optimization of irrigation intensive cropping systems. Moreover, the drying up of climatic conditions, that cause a decreasingly availability of water for agricultural purpose, imposes the use of low-quality waters (e.g., saline waters). Moreover, the optimization of fertigation is a crucial point to limit fertilizer leaching into the soil that constitutes a critical environmental issue as well as an economic loss for producers. To this purpose, the setting up of decision support system (DSS) for the fertigation management, based on real plants needs and the salinity level of irrigation water, are therefore mandatory. Among the methods for the estimation of plant transpiration, a promising tool appears the sap-flow sensors. These sensors are commonly used for woody plants while the application on herbaceous plants and, generally, in the horticultural sector is still little exploited. The aim of this work was to test the use of sap-flow meters for the prediction of water requirements in tomato cultivation. Specifically, a preliminary trial using cherry tomato plants, cv. 'Genio' F1, in a close soilless system, with drip irrigation, and fertigated with Hoagland's solution at different levels of salinity (*i.e.*, 0 mM, 15 mM, 45 mM, and 75 mM of NaCl, corresponding to roughly 2.8, 4.2, 7.0, and 9.9 dS m⁻¹, respectively) was set up, in an unheated greenhouse placed in Pescia (Tuscany). Tomato plants, organized in three replicates of 26 plants, were transplanted in August 2020 in rockwool slabs and monitored in the summer-autumn season. Sap flow sensors, using stem heat balance method, were mounted at 30 cm from the collar on two plants per treatment for the estimation of plant transpiration. Actual water uptake was recorded through flow meters positioned on the electrovalves used to refill the drainage tank of the closed-loop system. Greenhouse climate was monitored and recorded throughout the cultivation period by a meteorological station. Results showed a strong relationship between sap-flow sensors and flow meters at different levels of salinity. A prompt response of the transpiration variation, measured with sap flow sensors, to environmental conditions was also observed mainly due to the high correlations with vapour pressure deficit and solar radiation.

Keywords: decision support systems, intensive horticulture, Mediterranean climate, greenhouse, plant transpiration.

Utilizzo di compost da cardo per la produzione di lattuga nei contenitori alveolari

Sicignano M., del Piano L., Scognamiglio G., Enotrio T., Salzano G., Raimo F.

francesco.raimo@crea.gov.it

CREA Centro di Cerealicoltura e Colture Industriali- via Torrino n. 2, Caserta

L'utilizzo della torba, costituente principale dei substrati utilizzati nell'ortoflorovivaismo fino ad alcuni anni fa, va sempre più soggetto a restrizioni, in quanto le torbiere sono considerate ecosistemi naturali fondamentali, sia per la biodiversità che per il clima e lo stoccaggio del carbonio. Per questo motivo la Comunità Europea ha dato indicazioni per la sostituzione totale o parziale della torba con altre matrici. A tal fine, le diverse tipologie di compost rappresentano una delle matrici su cui si sta indagando per surrogare la torba.

Nell'ambito del progetto PON COMETA si stanno valutando diversi tipi di compost derivati dalla parte epigea delle coltivazioni di cardo, in miscela con altre matrici vegetali, per l'uso nell'ortoflorovivaismo. Nel periodo invernale 2020-2021, presso la sede del CREA di Caserta è stata avviata una prova sperimentale per la produzione di piantine di lattuga in contenitori alveolari di polistirolo da 170 fori. Sono state utilizzate tre tipologie di compost derivate dal cardo in miscela con altri scarti vegetali e compost da FORSU, ognuno dei quali miscelato con il 40% o il 70% di torba confrontati con terriccio commerciale, utilizzato per le semine. I compost e la torba sono stati setacciati a 1 cm. Per la prova sono state utilizzate 2 tipologie di lattuga, una cappuccio (cv Imperiale) e una romana (cv Verde d'inverno). Per ciascuna varietà sono stati utilizzati i 9 substrati replicati 3 volte, secondo uno schema a blocchi randomizzati. I contenitori alveolari sono stati posti su bancali metallici rialzati con fondo in rete metallica, posti sotto tunnel serra ricoperto con PVC. Durante il ciclo sono state effettuate 3 concimazioni fogliari con un concime dal titolo 20-20-20, l'irrigazione è stata condotta manualmente. Per ogni varietà sono stati effettuati 2 rilievi durante il ciclo e uno a fine ciclo, che si è concluso dopo 55 giorni dalla semina, quando le piantine erano idonee al trapianto. Su 10 piantine per parcella sono state rilevate la lunghezza delle radici, l'altezza delle piante, il numero di foglie vere e il peso di radici, fusti e foglie. Sui 2 substrati a base di compost di FORSU, non si sono ottenute piantine atte al trapianto. Alla fine del ciclo nelle seminiere, per entrambe le varietà non sono state evidenziate diminuzioni dei valori medi di produzione di biomassa fresca e secca delle piantine ottenute sui substrati di cardo rispetto al terriccio commerciale. Per la varietà Imperiale su 3 dei 6 substrati di cardo sono stati ottenuti incrementi di peso fresco e secco di radici, fusto e foglie maggiori rispetto al testimone.

Parole chiave: cardo, compost, vivaismo, lattuga.

Utilizzo di un'innovativa diserbatrice meccanica per il controllo sostenibile delle infestanti in oliveti ad alta densità di impianto

Assirelli A.¹, Paoletti A.¹, Nolasco A.², Lodolini E.M.²

alberto.assirelli@crea.gov.it; enricomaria.lodolini@crea.gov.it

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, via della Pascolare 16, 00015, Monterotondo, RM

²Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, via di Fioranello 52, 00134, Roma

L'olivicoltura italiana mostra diverse criticità produttive legate in parte anche al mancato rinnovamento degli impianti. Un possibile contributo al rilancio può transitare attraverso la realizzazione di nuovi oliveti ad alta o altissima densità, quando le condizioni lo permettono. Nei primi anni dall'impianto, è fondamentale favorire la crescita vegetativa delle piantine di olivo, in modo da giungere nel minor tempo possibile al riempimento dello spazio tra le chiome lungo la fila e alla piena produzione. In questo contesto, il controllo delle infestanti nel sottofila risulta essenziale per evitare la competizione per acqua e nutrienti tra le giovani piante di olivo e le erbe spontanee. L'utilizzo degli erbicidi, seppur efficace e relativamente poco costoso, presenta un notevole impatto ambientale che merita tutte le valutazioni volte al suo massimo contenimento. Recentemente si è assistito a una maggiore consapevolezza e preoccupazione sui temi legati all'inquinamento del suolo e delle acque e vi è un consenso generale sulla necessità di adottare alternative più sostenibili e rispettose dell'ambiente. Nell'ottica quindi della sostenibilità ambientale, in questo studio sono state messe a confronto due diverse tipologie di diserbo meccanico del sottofila. La prova è stata condotta in un oliveto ad alta densità di impianto (4 x 2 m, 1.250 alberi ha⁻¹) messo a dimora nel 2019. Sono state confrontate una gestione tradizionale, eseguita con zappatrice interfilare ad asse orizzontale (controllo) e una innovativa con utensile rotativo in grado di emettere getti di acqua ad alta pressione a temperatura ambiente. Gli interventi sono stati effettuati in due diversi momenti dell'anno (estate e autunno). Per la diserbatrice ad acqua sono state impiegate 3 velocità di avanzamento (1,2, 1,7 e 2,6 km h⁻¹) mantenendo inalterata la pressione di esercizio. Gli effetti dei due sistemi di controllo delle infestanti sono stati valutati attraverso un indice di copertura del suolo e indirettamente attraverso l'accrescimento delle piantine di olivo. Inoltre, sono stati registrati i tempi di esecuzione delle operazioni di diserbo. L'effetto sulle infestanti in estate risulta marcato portando a rapido essiccamento le piante trattate e senza mostrare al momento differenze significative tra i diversi trattamenti applicati per quanto riguarda l'emergenza e la densità delle infestanti nel tempo. In condizioni più favorevoli allo sviluppo delle infestanti (autunno), non sono state registrate differenze tra le tre velocità di avanzamento della diserbatrice ad acqua in pressione e il controllo. I risultati ottenuti mostrano quindi una buona capacità di controllo delle infestanti da parte della diserbatrice innovativa, comunque compatibile con il controllo.

Parole chiave: *Olea europaea*, oliveto, sottofila, controllo infestanti, diserbatrice meccanica.

Zafferano: metodi di coltivazione alternativi ed effetti su produzione e qualità

Locatelli S.¹, Dalla Costa L.², Sambo P.¹, Zanin G.¹, Nicoletto C.¹

silvia.locatelli@unipd.it

¹*Dipartimento di Agronomia Alimenti Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)*

²*Dipartimento Scienze Agrarie e Ambientali – Università di Udine - Via delle Scienze 208, 33100 Udine*

Lo zafferano rappresenta una coltura di notevole interesse per l'elevata redditività che comporta. Tuttavia è necessario considerare gli elevati costi legati alla manodopera per la raccolta e la gestione delle malerbe. Nonostante la maggior parte della produzione sia di origine iraniana, a livello nazionale la coltivazione di questa spezia è presente e può rappresentare una potenziale fonte di reddito per gli agricoltori, soprattutto se dotata di elevata qualità. Spesso però le condizioni pedo-climatiche non sono adatte alla coltivazione di questa specie ed è quindi necessario adottare alcune soluzioni per ovviare al problema. Questo studio valuta soluzioni alternative alle pratiche convenzionali coltivando lo zafferano in ambiente protetto e pieno campo: nel primo caso si sono confrontate le performance produttive e qualitative del prodotto con coltura pacciamata e su terreno nudo e coltivazione sotto 3 serre tunnel caratterizzate da film plastici con diverse proprietà ottiche; nel secondo caso si è confrontata la coltivazione su baula pacciamata rispetto al terreno nudo in piano. Nel complesso sono stati gestiti 10000 cormi di zafferano con calibro pari a 3.2-3.5 cm (5400 in ambiente protetto e 4600 in pieno campo) messi a dimora con densità pari a 50 cormi/m². Durante la fase di fioritura è stato valutato il numero di fiori prodotti e la quantità di stigmi freschi e secchi. Il tasso di produzione di cormi, la produzione di biomassa aerea sono state valutate durante la fase vegetativa, mentre il grado di ingrossamento dei cormi è stato registrato all'inizio del periodo di dormienza. Sul prodotto commerciale è stato determinato il contenuto di crocina, picrocrocina e safranale; la biomassa aerea e gli organi ipogei sono stati invece rispettivamente caratterizzati nei confronti del contenuto di pigmenti, antiossidanti e zuccheri di riserva oltre alla determinazione della sostanza secca.

I risultati dopo il primo anno di produzione hanno evidenziato che, sotto il profilo produttivo, la resa in stigmi secchi per metro quadro è stata prossima a 0.5 g/m² sotto tunnel e non si sono riscontrate differenze significative né tra terreno nudo e pacciamato né tra film plastici diversi. In pieno campo, invece, le baulate pacciamate hanno prodotto il 28.5% in più rispetto al testimone su terreno nudo piano. La numerosità media di fiori prodotti per corno è stata pari a 2 e, in relazione agli accostamenti, il numero medio di cormi prodotti è stata pari a 5/corno. La produzione di biomassa aerea è risultata maggiore sotto tunnel, mentre non si sono riscontrate variazioni rilevanti in merito all'ingrossamento dei cormi. Sotto il profilo qualitativo i valori di crocina, picrocrocina e safranale sono stati condizionati dal sistema di coltivazione e dalle caratteristiche ottiche del film plastico.

Parole chiave: ambiente protetto, pacciamatura, serra, film fotoselettivi.

Indice degli Autori

Aguzzoni A.	77, 241	Basile F.	261
Alderotti F.	142	Basile T.	27
Alessandri S.	86, 101	Bassi D.	149
Allegra A.	118, 126	Bassolino L.	44
Allegra F.	92	Bastos Campos F.	68
Allegra M.	56, 116, 229, 235, 237	Battista P.	223
Allegro G.	75	Bazzano M.	221
Aloisi I.	164	Beccaro L.G.	47
Amato D.	102, 156	Bella P.	228
Amenta M.	189, 229	Bellincontro A.	123
Andreotti C.	68, 152, 231	Ben Abdelkader A.	68, 283
Antonetti M.	187	Ben Ammar H.	109
Anzalone A.	214, 217, 227	Ben Hassine M.	71
Appolloni E.	80, 110, 158, 165, 253	Bennici S.	92, 164
Aprea E.	209	Benyahia F.	68
Arcidiacono F.	249	Berg G.	214
Arena D.	109, 154	Bergamini C.	27, 139
Argento S.	154, 177, 192	Bergna A.	214
Ariano S.	42	Berloco T.	76
Arlotta C.	137	Bertamini M.	82
Artioli G.	209	Bianchi G.	87
Assirelli A.	235, 273	Bianco L.	18, 94
Astolfi S.	73	Bignami C.	173
Azzimonti M.T.	44	Bilia A.R.	59
Baccelloni S.	123	Biondi A.	130
Baccichet I.	149	Bizzarri S.	239
Baglieri A.	249	Boini A.	70, 167, 240
Bagnaresi P.	26	Bonasia A.	207, 262
Baldi A.	63, 172, 265	Bonghi C.	32, 195
Baldi E.	30, 225	Bongiorni S.	62
Balducci F.	83, 100, 212, 226, 243, 244, 246, 266	Bonini P.	48
Balestrini R.	25	Botta R.	104, 129
Barbagallo S.	238	Bova N.	228
Barbanti L.	160	Bracco S.	224
Barbaro M.	169	Brambilla M.	213
Barbera A.C.	90, 260	Branca F.	87, 109, 131, 154, 170, 171, 177, 183, 184, 192, 228, 267
Barbera G.	13	Branca V.	159
Barberini S.	135	Bresilla K.	70, 167, 240
Barbieri G.	11	Briglia N.	156
Barbujani C.	32	Brilli M.	143
Barchi L.	26	Brizzolara S.	55, 119, 123
Basile B.	74, 234		

Brondino L.	125	Castellani S.	62
Brunetti C.	25, 59, 142, 197	Catalano A.	57
Buccheri M.	117, 216	Catalano C.	18, 130
Buchleither S.	31	Catara A.	221
Bulgari R.	57, 121, 140, 219	Catara V.	214, 217, 227, 228
Burchi G.	64, 65, 99, 187, 213	Cauli E.	89, 150, 201
Buscot F.	218	Cavalet-Giorsa E.	129
Busetta G.	127	Cavallaro V.	90, 175, 194, 260
Businelli D.	46	Cavallin R.	91
Buturi V.C.	190	Caviglione M.	104
Caboni E.	179	Ceccantoni B.	34, 62
Cacini S.	67, 182, 213, 215, 223, 252, 271	Ceccarelli A.V.	45, 48, 213
Cai G.	164	Cecchi L.	69
Caldera F.	263	Cecchi S.	172
Calegari B.	158	Cellini A.	80, 110, 158, 218, 230
Calone R.	160, 256, 258	Cellini F.	156
Camerlengo F.	23	Cerasola V.A.	28
Cammarata M.	170	Cestaro A.	18
Campanelli G.	51	Chessa S.	252
Campi P.	78, 245	Chietera G.	178
Camposeo S.	33	Chinnici G.	224
Campus M.	89, 150, 201	Chiozzotto R.	149
Cannata C.	40	Chitarra W.	19
Cannatella R.	54, 127	Ciacchiulli A.	61, 132, 136, 185, 188, 189, 203
Cannazzaro S.	252	Cicilloni A.M.	255
Capocasa F.	83, 100, 174, 186, 212, 226, 243, 244, 246, 266	Cinosi N.	245
Cappellin L.	82	Ciorba R.	135
Capriotti C.	21	Cipriani G.	24, 138
Capriotti L.	20, 22	Cirelli G.L.	238
Caracci M.	105	Ciriello M.	41, 268
Caramanico R.	117, 216	Cirilli M.	149
Cardarelli M.	45, 48, 213	Cirillo C.	81, 146, 202
Cardi T.	23, 51, 131	Cirvilleri G.	217, 227
Cardone M.F.	27, 139	Ciulla A.	267
Carella A.	105, 163	Cocetta G.	140, 222
Carlino U.	241	Cogotti S.	248
Carlucci G.	76	Colla G.	45, 48
Carotti L.	145, 253	Comin S.	66
Caruso G.	69	Comiti F.	77
Caruso M.	56, 61, 137, 164, 189	Comunian R.	201
Caruso P.	108	Consentino B.B.	39, 49
Caruso T.	29	Contaldi F.	23
Casarin L.	71	Continella A.	92, 200, 249
Caser M.	53, 103, 254, 263	Contino M.	198
Cassetti A.	135	Conversa G.	207, 251
Castellan A.	247	Copetta A.	42, 144
Castellani M.	124, 147, 187	Coppa E.	48
		Corelli Grappadelli L.	70, 167, 240

Corredoira E.	129	Di Carlo M.	262
Cortellino G.	117, 216	Di Giovine F.	50
Costa F.	101, 209	Di Guardo M.	18, 92, 94, 130, 164, 191, 200, 209, 214, 249
Costantino D.	249	Di Lonardo S.	67, 182, 252
Crepaldi A.	80, 110, 158, 253	Di Lorenzo R.	151
Cresta C.	62	Di Silvestro S.	56, 108, 137
Cristiano G.	155, 257	Di Stefano V.	192
Cristofori V.	181, 239	Dichio B.	76, 166, 220
Cuccurullo A.	23	Diez M.J.	51
Cutini M.	213	Dimaria G.	214
D'Agostino N.	23	Distefano G.	18, 92, 94, 130, 136, 164, 191, 209, 249
D'Amato R.	46	Distefano M.	40, 190, 261
D'Amico M.	27, 139, 224	Domina F.	193
D'Angiolillo F.	106	Dominante E.	193
D'Aquino S.	255	Donati I.	35, 218, 230
D'Ercole R.	145	Dondini L.	86, 92, 101
D'Imperio M.	38, 148	Donno D.	47
D'Ippolito I.	220	Dorella A.	104
D'Oria M.	104	Dupraz C.	250
Dalla Costa L.	270, 274	Durante E.	145
Dattola A.	157, 159	Elia A.	198, 251
Dattoli M.A.	51	El-Nakhel C.	36, 204
De Cesaris M.	180	Endrizzi E.	209
De Franceschi P.	92	Engel M.	77
De Lucia B.	155, 257	Enotrio T.	272
De Mori G.	138	Epifani A.M.	210
De Paoli E.	138	Ermacora P.	24
De Pascale S.	36, 41, 81, 146, 202, 268	Ertani A.	121, 140, 219
De Pau L.	88, 107, 242, 248	Fabroni S.	56, 229
De Rosa V.	196	Facchiano A.	23
Degano I.	197	Facchin S.L.	46, 180
Del Duca S.	164	Fadda A.	44, 211
Del Piano D.	107	Falchi R.	196
del Piano L.	272	Falcioni V.	264
Del Pino A.M.	46	Falcone G.	224
Deligios P.A.	255	Falla N.M.	53
Demasi S.	53, 103, 254, 263	Fallahi H.	267
Deng Z.	18	Fallico B.	171
Dente A.	234	Fantola F.	232
Desando M.	245	Faralli M.	82
Desiderio F.	26	Farina V.	95, 105, 112, 114, 115, 118, 126, 163
Dessena L.	60, 98, 205, 211	Farinelli D.	168
Detti C.	59	Farneti B.	94, 218
Devecchi M.	52	Farris S.	128
Dhakar N.K.	263		
D'Hallewin G.	88		
Di Bella M.C.	87, 109, 154, 170, 171, 184, 192		
Di Biase R.	166		

Fascella G.	106, 259	Gasparrini A.	246
Fedrizzi M.	213	Gasperi F.	209
Felis M.D.	183	Gasser M.	231, 247
Ferlito F.	92, 96, 191, 229, 237, 245	Gattabria F.	34, 120
Fernandes da Silva D.	180	Gatti L.	34, 62, 120, 176
Fernandes de Oliveira A.	169	Gatto A.	102
Ferrante A.	57, 72, 124, 128, 140, 147, 222, 269	Gattolin S.	44
Ferrara R.	78, 245	Gentile A.	18, 92, 94, 96, 130, 136, 164, 179, 191, 200, 209, 249
Ferrari E.	218	Gentile F.	229
Ferraro R.	221	Germani M.A.	30, 225
Ferrini F.	25, 59, 65, 66, 142, 197	Giacalone G.	125
Ferro M.	151	Giannetti F.	210
Festa G.	23	Gianquinto G.	28, 80, 110, 145, 158, 165, 253, 256, 258
Fibiani M.	44, 87	Giardina G.	106
Ficca A.G.	176	Gioia G.	175
Filippetti I.	75, 225	Giovanelli F.	152
Fini A.	65, 66	Giovanetti G.	22, 100
Fiori G.	80	Giovannini A.	135
Florio F.E.	44, 57	Giovino A.	29
Florio G.	161, 162	Giuffrida A.	209, 237
Fogliano V.	14	Giuggioli N.R.	58, 125
Forestan C.	32	Gonnella M.	38, 148
Forleo L.R.	27, 139	Gonthier P.	129
Formisano L.	41, 268	Gori A.	59, 142, 197
Forniti R.	34, 120, 123	Gosme M.	250
Forti C.	135	Grando M.S.	82
Foti P.	116	Grassi C.	172, 265
Francini A.	73	Grassi M.	117, 216
Frangi P.	66	Greco G.	54, 127
Franzoni G.	72, 128	Gregori R.	101
Frau A.	93	Gucci R.	69
Frioni T.	168	Guccione E.	126
Fronteddu F.	232	Gullo G.	157, 159
Furmanczyk E.	31, 236	Hemming J.	15
Gabarrell X.	80, 158, 165	Holtz T.	31
Gaeta L.	78, 245	Ierna A.	208
Gaetano G.	19	Incrocci L.	37
Gaglio R.	127	Infurna G.M.	183, 184, 267
Gaino W.	103, 121	Inglese P.	54, 114, 118, 126, 127, 163
Gallo N.L.	63	Iovino V.	237
Galvão A.C.	91, 161, 162	Kelderer M.	31, 247
Gamba G.	47	Khomenko I.	94
Gambino G.	19	Kocian A.	252
Gambutì A.	74	Kozacki D.	236
Garofalo G.	54		

L'Abbate A.	27	Luca L.	191
La Malfa S.	18, 92, 94, 96, 130, 132, 136, 164, 189, 191, 193, 200, 209, 249	Lucini L.	45
La Rosa S.	90, 175, 208, 260	Lucioli S.	179
La Rotonda P.	198, 262	Lumini E.	25
La Spada P.	200	Lupo M.	181
Lacertosa G.	156	Luziatelli F.	176
Langellotti A.L.	81	Macaluso M.	119
Lanteri A.	42	Maesano G.	224
Larcher F.	52	Maggini R.	178
Las Casas G.	92, 191, 237	Maggiolini F.	27
Laterza D.	166	Maldera F.	33
Laura M.	135	Malgioglio G.	177, 183, 184, 267
Lazzarini F.	62	Malorgio F.	37, 43, 178
Lazzizzera C.	207, 251	Malusà E.	31, 236
Lecomte I.	250	Malvuccio A.	208
Ledda L.	255	Mameli M.G.	169, 242, 248
Lefebvre du Prey V.	183, 228	Mammano M.	106
Lentini G.	57	Mancinelli R.	34, 120, 176
Lenzi A.	63	Mandoli A.	197
Leonardi C.	40, 190, 214, 261	Manfrini L.	370, 167, 240
Leonardi G.	90	Mangiameli S.	56
Leoni B.	38	Mansuino A.	99
Lepp B.	31	Marangelli F.	181
Levoni P.	216	Marangon M.	195
Licciardello C.	56, 61, 132, 136, 185, 18, 189, 203	Marcellini M.	83, 100, 174, 186, 212, 243, 244, 246, 266
Licciardello F.	238	Marchese A.	29
Licciardello G.	108, 130, 221	Marchioni I.	42
Liguori G.	54, 127	Mareri L.	164
Limera C.	20	Mariotti M.	144
Litrico A.	193, 199	Mariotti R.	239
Lo Bianco R.	163	Marletta A.	96
Lo Cascio M.	169	Marra F.P.	29
Lo Piero A.R.	133, 137, 164	Marras S.	169
Lo Scalzo R.	44, 87, 109	Marsico A.D.	139
Locatelli S.	206, 274,	Martina M.	10
Loconsole D.	155	Martínez M.T.	129
Loddo S.	169	Martini M.	24, 88
Lodolini E.M.	237, 245, 273	Mascarello C.	42, 135
Loiudice C.	76	Masi P.	81
Lombardo M.	217, 227	Massa D.	65, 67, 182, 213, 223, 252, 271
Lombardo S.	199	Mastrodonato M.	220
Lonati M.	103	Mastroleo M.	220
Longo I.	260	Mastrorilli M.	78, 245
Lovati F.	117, 216	Mataffo A.	74, 234
Lovatti L.	209	Matteazzi A.	247
		Maucieri C.	260

Mauro R.P.	39, 40, 49, 190, 261	Mulinacci N.	69
Mauromicale G.	193, 199	Muntoni M.	89, 150, 201
Mazzoni L.	83, 100, 212, 226, 243, 244, 246	Muroni A.	88, 93
Medda S.	60, 98, 205, 211	Musumarra A.	227
Medori G.	176	Napoli M.	172, 265
Medori I.	243	Nascimento L.B.S.	59, 197
Melegari F.	173	Navacchi O.	21
Melilli M.G.	154, 177, 192	Navarro Garcia A.	23, 271
Melini F.	176	Nencetti V.	134
Mellano G.M.	47	Neri D.	31
Meloni P.	169	Nerva L.	19
Mencarelli F.	122, 123	Nesi B.	67, 99, 182, 215, 223
Mensuali A.	124, 147, 178	Nicastro N.	215
Meucci A.	178	Nicola S.	121, 140, 219
Mezzetti B.	20, 21, 22, 83, 100, 174, 186, 212, 226, 243, 244, 246, 266	Nicoletto C.	32, 71, 91, 113, 140, 141, 161, 162, 206, 264, 270, 274
Mian G.	24	Nicolia A.	23
Miccichè D.	151	Nicolosi E.	92, 96, 137, 191
Miceli A.	79, 153	Nigro S.	183, 228
Micheli M.	46, 143, 180	Nin S.	187, 215
Michelon N.	28	Nolasco A.	245, 273
Milani M.	238	Noun G.	169
Milazzo P.	252	Nuzzo V.	102, 156
Minandri A.	181	Onofrietti C.	35
Mininni A.N.	76, 166, 220	Orlandini A.	213
Modarelli G.C.	81, 146	Orlandini S.	172, 265
Modesti M.	122, 123	Orsenigo S.	67
Modica G.	94, 200, 249	Orsini F.	28, 80, 110, 145, 158, 160, 165, 253, 256, 258
Modugno A.F.	78, 245	Ortenzi L.	215
Moffa L.	19	Paba A.	201
Moglia A.	129	Pacheco P.	46
Molesini B.	22	Pagliarani C.	19
Moncada A.	79, 153	Palai G.	69
Montanaro G.	102, 156	Palazzolo E.	105
Montefiori M.	138	Palliotti A.	168
Montesano F.F.	38	Pallottino F.	215
Morandi B.	70, 167, 240	Palma A.	255
Morcia C.	99	Palma D.	51
Moretto M.	18	Palmeri R.	171
Mori J.	65	Palmerini C.A.	46
Mosca A.	94, 214	Pandino G.	193, 199
Moser M.	18	Pandolfini T.	22
Moura B.	65	Pane C.	48, 173, 215, 223
Mulas M.	60, 98, 150, 205, 211	Panebianco S.	217, 227
Mulè P.	232	Paoletti A.	245, 273
Muleo R.	34, 62, 120, 176	Papa R.	131

Pappalardo G.	224	Pramsohler M.	247
Pappalardo H.	61, 132, 136, 185, 185, 189, 203	Prantera G.	62
Parafati L.	171, 200	Pretti F.	264
Pardossi A.	37	Prisa D.	187
Parente A.	38	Prohens J.	51
Parisi B.	199	Proietti C.	143
Parrotta L.	164	Proietti P.	46
Pasquini D.	25, 142	Puccinelli M.	37
Passafiume R.	115	Puccio S.	151
Pastore C.	75, 80, 110, 230	Puccioni S.	210
Patanè C.	175, 194	Puglisi D.	191
Paucek I.	80, 110, 158, 165	Puglisi I.	249
Pavese V.	129	Pulvirenti L.	200
Peano C.	125	Purahong W.	218
Pellegrino A.	90, 175, 194, 208, 260	Qaderi R.	100, 212, 226
Pellegriti M.G.	227	Quartieri M.	30, 225
Penna D.	77	Quitadamo F.,	207
Pennisi G.	28, 80, 110, 145, 158, 165, 253, 256, 258	Raffaelli D.	244
Peressotti A.	113, 141	Raimo F.	272
Pergolotti V.	100, 174, 186, 246	Rana G.	78
Perniola R.	139	Rapi B.	223
Perrone I.	19	Rapisarda L.	96, 191
Perulli G.D.	70, 167, 240	Rapisarda P.	229
Peruzzi A.	46	Rasori A.	32
Peruzzo D.	113	Regni L.	46
Pesce F.	171	Renna M.	38, 148
Petralli M.	265	Reyes F.	220, 250
Petrillo M.	241	Ricci A.	20, 21, 22
Petrini A.	121, 140, 219, 222	Rigano M.	23
Petrozza A.	156	Rigoldi M.P.	93
Pezzarosa B.	178	Ripa M.N.	34
Pica A.L.	239	Ristic R.	122
Picchi V.	87, 109	Rizzo G.F.	228
Pietro Paolo D.	56	Roccuzzo G.	235
Pili G.	89, 150, 201	Roggio T.	107
Pilli M.	46	Romani M.	223
Piras F.	89, 150, 201, 232	Romano D.	97, 269
Pirino C.	107	Romeo F.V.	116
Pisciotta A.	151	Ronchi A.	270
Pistelli L.	42	Ronga D.	173
Pistillo A.	158	Rosati A.	245
Poles L.	132, 136, 185, 188, 189, 209	Rotino G.L.	26, 44
Polidori G.	30, 225	Rouphael Y.	36, 41, 45, 81, 146, 202, 204, 259, 268
Pomatto E.	52	Ruberto G.	200
Porricelli G.R.	195	Ruffa P.	58
		Ruffino A.	154, 267
		Ruffoni B.	135, 144

Rugini E.	12	Shmuleviz R.	111
Russo G.	56, 189	Sicignano M.	272
Russo M.	221	Sicilia A.	133, 137
Russo M.P.	108	Signore A.	50
Russo R.	137	Silvestri C.	181, 239
Ruzzi M.	176	Siracusa L.	29, 194, 200
Sabatini F.	223	Sirca C.	169
Sabatino L.	39, 49, 190, 261	Sodini M.	73
Sabbadini S.	20, 21, 22, 174, 186, 266	Sofo A.	220
Saccaggi M.	173	Soler S.	51
Sadubsarn D.	218	Soppelsa S.	152, 231, 247
Saita A.	194	Sorrentino G.	108, 245
Salicola S.	193	Sortino G.	112, 114, 115, 118, 126
Salonia F.	56, 61, 132, 136, 185, 188, 189, 203	Sottile F.	94
Salzano G.	272	Spano D.	169
Sambo P.	32, 71, 91, 140, 161, 162, 206, 264, 270, 274	Sparacio A.	96
Sangiorgio D.	218, 230	Sparla S.	96
Sansavini S.	101	Spina A.	90
Santamaria P.	50, 148	Spinelli F.	35, 80, 110, 158, 216, 218, 230
Santilli E.	245	Stagno F.	235
Saro S.	24	Stazi S.R.	261
Satta D.	88, 107, 169, 242	Stelluti S.	254
Savona M.	135	Strano M.C.	56, 108, 116
Scafuri B.	23	Sunseri F.	26
Scandurra A.	199	Szeto C.	122
Scandurra S.	192	Tagliavini M.	68, 77, 233, 241
Scariot V.	53, 103, 254, 263	Tanunchai B.	218
Scavo A.	193, 199	Tartanus M.	236
Schippa G.	131	Tassone M.R.	26
Scialò E.	133	Terzi V.	99
Scilletta A.	199	Testolin R.	12, 138
Scillitani G.	220	Thalheimer M.	241
Scognamiglio G.	272	Tiloca M.S.	255
Scognamiglio P.	74, 234	Timpanaro G.	170
Scollo F.	191	Timpanaro N.	56, 116
Scoto A.	90, 260	Tinebra I.	95
Scuderi A.	170	Tomasi A.	248
Scuderi D.	95, 112, 114, 115	Tombesi S.	168
Scuderi G.	221	Tonutti P.	43, 55, 119, 122, 123
Sebastiani L.	73	Toppino L.	26, 44
Sedda P.	89, 150, 201	Torello Marinoni D.	58, 129
Seminara S.	130	Tornielli G.B.	111
Serio F.	38, 148	Torricelli A.	216
Sestili S.	51	Torrisi B.	229, 235, 237
Settanni L.	54, 256, 258	Torrisi B.F.	245
Sgueglia A.	106	Tortorici S.	130
Shiriaevev A.	43		

Toscano S.	97, 175, 194, 269	Vetrano F.	79, 153
Toselli M.	30, 225	Vianello G.	28
Tozzi F.	187	Vigevani I.	66
Tozzini L.	69	Vincenzi S.	195
Traversari S.	67, 182, 215, 223, 271	Vivaldi G.A.	33
Treccarichi S.	87, 109, 154, 171, 138, 184, 267	Vivoli R.	265
Tribulato A.	97	Vizzotto G.	196
Tripodi P.	51	Vonella V.	157, 159
Trippa D.	29	Vurro M.	23
Trivellini A.	124, 147, 178	Wahdan S.F.M.	218
Troggio M.	18, 94	Willkinson K.	122
Tropea Garzia G.	130	Witteman M.	241
Trotta F.	263	Wolz J.K.	250
Turchi A.	187	Xiloyannis C.	11
Tuzio A.C.	166	Xylogiannis E.	35, 220
Urbinati G.	179	Zaccardelli M.	173
Valentini G.	75	Zaffina F.	245
Valentini L.	209	Zago M.	231, 247
Valentini N.	104	Zaina G.	138
Valerio C.	176	Zammarchi F.	65
Vanacore L.	81	Zanchi C.A.	172
Vannuccini D.	134	Zanin G.	71, 91, 113, 141, 161, 162, 206, 264, 274
Vanoli M.	117, 216	Zanotelli D.	68, 77, 233
Vanti G.	59	Zappalà L.	130
Varotto C.	82	Zappia R.	157, 159
Velasco R.	19, 27, 139	Zattoni R.	70
Vendrell Calatayud M.	55, 119	Zikeli S.	31
Venezia A.	271	Zinnai A.	119
Ventura D.	238	Zombardo A.	210
Venturi F.	119	Zubani L.	67
Venturi M.	240	Zurru R.	232, 248