



Società di Ortofrutticoltura Italiana



## 8° Convegno Nazionale GdL SOI Postraccolta

Pescia (PT), 29-30 settembre 2022



# LIBRO DEI RIASSUNTI





# INTRODUZIONE

Il Gruppo di Lavoro Postraccolta della SOI Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana e il CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo sono orgogliosi di ospitare gli amici e i colleghi partecipanti all'8° Convegno Nazionale Postraccolta di Pescia, il 29 e 30 settembre 2022.

Il Convegno del GdL Postraccolta è giunto alla sua ottava edizione e segue quello svoltosi poco prima della pandemia, nell'ottobre 2019 a Milano, quando furono festeggiati i 25 anni di vita del Gruppo. Oltre a questi eventi, il GdL ha organizzato anche numerosi Seminari (soprattutto in occasione delle varie Giornate Scientifiche della SOI) e, a livello internazionale, il Postharvest Symposium della ISHS (Verona, 2004), l'Ethylene Symposium (Pisa, 2006) e la International Controlled & Modified Atmospheres Research Conference (Trani, 2013), oltre a diversi Corsi di alta formazione.

Postraccolta 2022, come i precedenti convegni, è nato con l'obiettivo di riunire, dopo tre anni di lontananza a causa dell'emergenza CoVid, i tecnici, operatori, produttori, docenti, ricercatori e studenti di diversi settori tecnico-scientifico-disciplinari per fare il punto della situazione sullo stato della ricerca e dello sviluppo tecnologico relativamente alla fase postraccolta dei prodotti ortoflorofruitticoli freschi, sulle prospettive e i futuri bisogni del settore e sulle possibili sinergie tra enti pubblici e privati.

Il Convegno di quest'anno vede la partecipazione di oltre 70 tra tecnici e operatori di importanti aziende del settore, studenti, ricercatori e docenti di prestigiose Università ed Enti di Ricerca italiani e stranieri, che presenteranno 25 Comunicazioni Orali e 25 Poster: pertanto, come è tradizione di questi convegni, avremo l'opportunità di discutere le varie tematiche del settore postraccolta e di porre le basi per impostare future attività di ricerca o per avviare rapporti di collaborazione.

Una politica di mantenimento dei costi di iscrizione relativamente bassi per studenti, borsisti, dottorandi e assegnisti ha permesso la partecipazione di numerosi giovani ricercatrici e ricercatori che avranno la possibilità di presentare i risultati delle proprie ricerche ed entrare a contatto diretto con i maggiori esperti nazionali e internazionali del settore postraccolta di frutta, ortaggi e piante ornamentali, ambito in cui l'Italia occupa un posto in prima fila, a livello mondiale, nel campo della ricerca e dello sviluppo di tecnologie per la selezione, conservazione, *packaging*, trasporto e *shelf-life* dei prodotti.

Due visite tecniche (presso una delle più importanti aziende del distretto vivaistico pistoiese e al Mercato dei Fiori di Pescia) e una di carattere più culturale (lo splendido Giardino Storico di Villa Garzoni a Collodi), unitamente alla cena sociale e alla riunione del GdL SOI Postraccolta (che, tra l'altro, nominerà il proprio Coordinatore per il prossimo triennio), completeranno il Programma del Convegno e, soprattutto, consentiranno di approfondire ulteriormente i rapporti tra i vari componenti di questo Gruppo di Lavoro.

Un grazie di cuore ai colleghi del Comitato Organizzatore e del Comitato Scientifico che, col loro impegno, hanno consentito lo svolgimento di questo evento, e un ringraziamento particolare a Ilaria Mignani, la prima Coordinatrice del GdL, che, anche se in pensione, non ha fatto mancare il suo prezioso contributo alla riuscita di questo evento.

***Gianluca Burchi e Giancarlo Colelli, Convener di Postraccolta 2022***

# COMITATI

**CONVENER:** Gianluca Burchi (CREA-OF Pescia), Giancarlo Colelli (UniFG)

**RESPONSABILE SEGRETERIA:** Ilaria Mignani (UniMI)

**COMITATO ORGANIZZATORE:** Maurizio Antonetti, Sonia Cacini, Gina De Nicola, Beatrice Nesi, Stefania Nin, Domenico Prisa (CREA-OF Pescia), Luca Battisti (UniTO)

**ASSOCIATE EDITOR** (Special Issue 'Postharvest' sulla rivista 'Advances in Horticultural Sciences'): Ilaria Mignani (UniMI) e Stefania Nin (CREA-OF Pescia)

## COMITATO SCIENTIFICO

Alessio	Allegra	Università di Palermo
Maria Luisa	Amodio	Università di Foggia
Andrea	Bellincontro	Università della Tuscia (VT)
Claudio	Bonghi	Università di Padova
Stefano	Brizzolara	Scuola Superiore S.Anna, Pisa
Marina	Buccheri	CREA-IT Milano
Roberta	Bulgari	Università di Torino
Maria	Cefola	ISPA-CNR, Foggia
Giacomo	Cocetta	Università di Milano
Giancarlo	Colelli	Università di Foggia
Brian	Farneti	Fondazione E. Mach., S.Michele Adige (TN)
Antonio	Ferrante	Università di Milano
Alessandra	Francini	Scuola Superiore S.Anna, Pisa
Giuseppe	Lima	Università del Molise
Riccardo	Massantini	Università della Tuscia (VT)
Anna	Mensuali	Scuola Superiore S.Anna, Pisa
Maurizio	Mulas	Università di Sassari
Stefania	Nin	CREA-OF Pescia
Bernardo	Pace	ISPA-CNR, Foggia
Gianfranco	Romanazzi	Università Politecnica delle Marche
Valentina	Scariot	Università di Torino
Anna	Spinardi	Università di Milano
Maria Concetta	Strano	CREA-OFA Acireale
Alice	Trivellini	Scuola Superiore S.Anna, Pisa
Angelo	Zanella	Centro di Sperimentazione Laimburg
Angela	Zinnai	Università di Pisa

**Con il contributo di:**



# INDICE DEI LAVORI PRESENTATI

<b>INVITED LECTURES</b>	Pag.13
<i>L'evoluzione tecnologica nel condizionamento degli ortofrutticoli freschi</i> Fabio Mencarelli	14
<i>UV and visible spectrum LED lighting as abiotic elicitors of bioactive compounds in horticultural products</i> Francisco Artés-Hernández	15
<i>Fisiologia dell'etilene: ricorrenze e sviluppo di nuove conoscenze</i> Pietro Tonutti	16
<b>SESSIONE 1 - ASPETTI FISIOLÓGICI DEL PRODOTTO ORTOFRUTTICOLO IN POSTRACCOLTA E LORO INFLUENZA SULLA QUALITÀ DEL PRODOTTO</b>	17
<b>Orali:</b>	
<i>Come migliorare la qualità e conservabilità del mirtillo con una gestione accurata del postraccolta</i> Brian Farneti, Iuliia Khomenko, Matteo Ajelli, Franco Biasioli, Lara Giongo	18
<i>Effetti della frigoconservazione sui parametri qualitativi e nutraceutici dei frutti di melograno (cv Acco)</i> Aurora Cirillo, Milena Petriccione, Anna Magri, Claudio Di Vaio	19
<i>Dissecting the physiological effects of postharvest hypoxic stress on 'Stark delicious' apples</i> Elige Salamé, Stefano Brizzolara, Marta Rodrigues, Benedetto Ruperti, Pietro Tonutti	20
<i>Postharvest Characterization And Metabolic Behavior Of Aronia Berry (Aronia Melanocarpa) During Ripening.</i> Danial Fatchurrahman, Maria Luisa Amodio, Maria Lucia Valeria De Chiara, Leonarda Mastrandrea, Giancarlo Colelli	21
<i>Valutazione dei parametri fisico-chimici e del sistema antiossidante di frutti di fragole confezionati in vaschette biodegradabili durante la frigoconservazione</i> Giuseppina Adiletta, Milena Petriccione, Giuseppe De Filippis, Antonio Di Grazia, Damiano Pagnini, Marisa Di Matteo, Paolo Ciambelli	22
<i>Le problematiche della conservazione del kiwi in relazione all'evoluzione e differenziazione varietale del mercato</i> Claudio Bonghi, Benedetto Ruperti, Elige Salamé, Mirco Montefiori, Pietro Tonutti	23
<b>Poster</b>	
<i>Effetto dell'ombreggiatura di olivi secolari consociati a limoneti sull'estensione della shelf-life di limoni frigoconservati</i> Maria Allegra, Filippo Ferlito, Biagio Francesco Torrisi, Sara Trovato, Giuseppe Ciccirello, Maria Concetta Strano	24
<b>SESSIONE 2 - ASPETTI BIOCHIMICI DEL PRODOTTO ORTOFRUTTICOLO IN POSTRACCOLTA E LORO INFLUENZA SULLA QUALITÀ DEL PRODOTTO</b>	25
<b>Orali</b>	
<i>Applicazione esogena di acido abscissico in postraccolta: effetto sulla qualità in bacche di pomodoro</i>	

Giulia Franzoni, Carla Colombani, Antonio Ferrante, Giacomo Cocetta	26
<i>L'etanolo nel post-raccolta dell'uva da vino per aumentare il contenuto di antociani</i> Giorgio Manganelli, Margherita Modesti, Milena Petriccione, Brunella Ceccantoni, Serena Ferri, Fabio Mencarelli, Andrea Bellincontro	27
<i>Selenium enrichment is a tool for tomato fruit improvement through transcriptional regulation</i> Anton Shiriaev, Stefano Brizzolara, Beatrice Pezzarossa, Fernando Malorgio, Pietro Tonutti	28
<b>Poster</b>	
<i>CO2 modified atmosphere packaging: stress condition or treatment to preserve fruit and vegetable quality?</i> Maria Cefola, Imperatrice Capotorto, Vincenzo Lippolis, Salvatore Cervellieri, Anna Damascelli, Rosaria Cozzolino, Beatrice De Giulio, Bernardo Pace	29
<i>Effetto della conservazione, del trattamento con 1-MCP e del grado di maturazione alla raccolta sul profilo sensoriale di pere 'Abate Fetel' e 'Conference' IGP del Mantovano</i> Maristella Vanoli, Maurizio Grassi, Fabio Lovati, Giovanna Cortellino, Marina Buccheri, Rosita Caramanico, Pietro Levoni, Lorenzo Spinelli, Alessandro Torricelli	30
<i>Trattamenti post-raccolta con ozono gassoso per la conservabilità delle nocciole</i> Bianca Modica, Margherita Modesti, Roberto Forniti, Edoardo Pagani, Fabio Mencarelli, Valerio Cristofori, Andrea Bellincontro	31
<i>Selezione di nuove alghe biostimolanti nel miglioramento della qualità e della produzione di frutti eduli in Mammillaria prolifera e Mammillaria glassii</i> Domenico Prisa, Damiano Spagnuolo	32
<i>Effetti della conservazione Ultra Low Oxygen (ULO) sulle caratteristiche qualitative e sensoriali delle varietà di mele Red Delicious e Granny Smith</i> Alessia Panarese, Angelo Zanella, Oswald Rossi, Ines Ebner, Stefan Stürz	33
<i>Effetto del trattamento termico con microonde sulla qualità postraccolta di uva da tavola</i> De Chiara Maria Lucia Valeria, De Simone Nicola, Spano Giuseppe, Amodio Maria Luisa, Colelli Giancarlo	34
<b>SESSIONE 3 - FLORICOLTURA E VIVAISMO</b>	35
<b>ORALI</b>	
<i>Profilo fitonutrizionale e aromatico di fiori commestibili di Tulbaghia simmleri Beauv. durante la conservazione a freddo</i> Ilaria Marchioni, Basma Najjar, Benedetta Ferri, Andrea Copetta, Barbara Ruffoni, Luisa Pistelli, Laura Pistelli	36
<i>Influenza dell'applicazione fogliare in preraccolta di un biostimolante ottenuto da sottoprodotti dell'industria ittica sulla qualità di steli recisi di Ramunculus asiaticus.</i> Matteo Caser, Andrea Ertani, Simona Gervasio, Nicole Melanie Falla, Sonia Demasi, Carlo Bertelli, Chiara Bertora, Valentina Scariot	37
<i>'Bent-neck' (collo piegato) nelle rose: problematiche e meccanismi</i> Bianca Lear, Matthey Casey, Tony Stead, Hilary Rogers	38
<b>POSTER</b>	
<i>Le nanopugne e il CPPU per il prolungamento della shelf-life del garofano reciso</i> Luca Battisti, Fabrizio Caldera, Francesco Trotta, Marco Devecchi	39

<i>Qualità postraccolta dei rizomi di Iris pallida</i> Annalisa Meucci, Rita Maggini, Giorgiana Chietera, Fernando Malorgio, Beatrice Pezzarossa, Anna Mensuali	40
<i>Utilizzo di Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) e Effective Microorganisms (EM) nel miglioramento della durata e dell'intensità del colore dei fiori in ibridi di Trichocereus, Echinopsis e Chamaecereus</i> Domenico Prisa	41
<i>Aumentare la longevità di fiori recisi di Ranunculus asiaticus L. mediante trattamenti esogeni con melatonina</i> Alice Trivellini, Antonio Ferrante, Anna Mensuali, Luca Incrocci	42
<i>Effetto dell'utilizzo di sedimenti marini dragati e fitorimediati come componenti di substrati sulla qualità di specie ornamentali</i> Daniele Bonetti, Maria Castellani, Maurizio Antonetti, Domenico Prisa, Gianluca Burchi, Stefania Nin	43
<i>Possibili strategie per prolungare la qualità postraccolta di ranuncolo e peonia</i> Viviana Cavallaro, Giulia Franzoni, Carla Colombani, Giacomo Cocetta, Antonio Ferrante	44
<i>Applicazione di antitraspiranti sulle foglie per migliorare la qualità di piante ornamentali soggette a trasporto a media e lunga distanza in container refrigerato</i> Lisetta Ghiselli, Daniele Bonetti, Domenico Prisa, Stefania Nin, Gianluca Burchi	45
<b>SESSIONE 4 - PRODOTTI DI IV GAMMA</b>	47
<b>ORALI</b>	
<i>Utilizzo del coating edibile a base di carbossimetilcellulosa, alginato di sodio, acido citrico ed ossalico per estendere la shelf-life della pera 'Williams' di IV gamma</i> Anna Magri, Nicola Landi, Antimo Di Maro, Milena Petriccione	48
<i>Uso di Xanthan gum e ascorbato di calcio per prolungare la shelf life di fette di pera della cultivar Butirra durante la conservazione</i> Eugenia Guccione, Alessio Allegra, Vittorio Farina, Paolo Inglese, Giuseppe Sortino	49
<i>Lattuga e rucola in miscela ed in diverse porzioni in confezioni di IV gamma: effetti sulla qualità</i> Roberta Bulgari, Lijuan Zhan, Giuseppe Pignata, Manuela Casale, Silvana Nicola	50
<i>Studi preliminari sull'effetto della manna come composto antiossidante su limoni di IV gamma</i> Alessio Allegra, Eugenia Guccione, Vittorio Farina, Giuseppe Sortino, Paolo Inglese	51
<i>Sistema di visione computerizzato per la valutazione non distruttiva della qualità di rucola fresca e di IV gamma</i> Michela Palumbo, Maria Cefola, Bernardo Pace, Francesco Fabiano Montesano, Giovanni Attolico, Giancarlo Colelli	52
<b>POSTER</b>	
<i>Antiossidanti naturali da scarti di filiera agroalimentare per l'estensione della shelf-life delle insalate di IV GAMMA in relazione allo stress ossidativo e al fenomeno dell'imbrunimento</i> Ilaria Fraudentali, Cristina Porcacchia, Chiara Pedalino, Maria Alejandra Decima, Riccardo Angelini, Alessandra Cona	53
<i>Screening qualitativo di materiale di breeding di indivia e specie alimurgiche da IV gamma</i> Alessandro Natalini, Angelica Galieni, Piergiorgio Angelini, Cristiano Platani, Fabrizio Leteo, Mariassunta Dattoli, Sandro Fabrizi, Gabriele Campanelli	54

**SESSIONE 5 - INNOVAZIONE TECNOLOGICA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ E MATURAZIONE DEL PRODOTTO E DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE** 55

**ORALI**

*Metodologia non invasiva di detection iperspettrale del marciume del cuore della mela nella fase di post-raccolta*  
Andrea Genangeli, Giorgio Allasia, Marco Bindi, Claudio Cantini, Alice Cavaliere, Lorenzo Genesio, Giovanni Giannotta, Franco Miglietta, Beniamino Gioli 56

*Volatilome fingerprinting and sensory evaluation of fruit in post-harvest: A multi-trait approach to identify diagnostic checks to monitor fruit quality*  
Natasha D. Spadafora, Carsten T. Muller, Leonardo Bruno, Antonio Ferrante, Beatrice M. Bitonti, Hilary J. Rogers 57

*Sustaining low-impact practices in horticulture through non-destructive approach to provide more information on fresh produce history & quality (SUS&LOW)*  
Maria Cefola, Bernardo Pace, Francesco Serio, Francesco F. Montesano, Michela Palumbo, Giovanni Attolico, Maria Luisa Amodio, Hassan Fazayeli, Antonio Stasi, Giancarlo Colelli 58

*Imaging Iperspettrale e FT-NIR per la discriminazione di pomodori ottenuti con pratiche colturali a diverso impatto ambientale*  
Hassan Fazayeli, Danial Fatchurrahman, Maria Luisa Amodio, Giancarlo Colelli 59

*Applicazione di un sensore di etanolo per lo studio postraccolta del metabolismo nella disidratazione dell'uva da vino*  
Pettinelli Stefano, Alessandro Bianchi, Gregorio Santini, Fabio Mencarelli, Raffaele Cerreta, Andrea Bellincontro 60

**POSTER**

*Impiego dell'analisi di immagine per predire il grado di maturazione delle fragole Candonga*  
Antonia Corvino, Roberto Romaniello, Michela Palumbo, Ilde Ricci, Maria Cefola, Bernardo Pace 61

*Caratterizzazione dei frutti di bergamotto mediante sistemi di visione artificiale*  
Souraya Benalia, Vittorio Calogero, Matteo Anello, Giuseppe Zimbalatti, Bruno Bernardi 62

*Valutazione della qualità di meloni lisci mediante spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo*  
Maristella Vanoli, Giovanna Cortellino, Valentina Picchi, Marina Buccheri, Maurizio Grassi, Fabio Lovati, Laura Marinoni, Pietro Levoni, Alessandro Torricelli, Lorenzo Spinelli 63

*Potential use of Hyperspectral Imaging for Authentication of Rocket Leaves Produced According to Agricultural practices*  
Mojtaba Nosrati, Hassan Fazayeli, Danial Fatchurrahman, Aysha Saleem, Maria Luisa Amodio, Giancarlo Colelli 64

*Impiego di tecniche iperspettrali per predire il contenuto in zuccheri in frutti di actinidia*  
Antonia Corvino, Michela Palumbo, Ilde Ricci, Maria Cefola, Beniamino Gioli, Andrea Genangeli, Giovanni Giannotta, Bernardo Pace 65

*La sanificazione ambientale durante la conservazione e la commercializzazione di prodotti ortofrutticoli*  
Mattè Pierluigi, Luca Buglia, Täteo Vitantonio 66

*Trattamenti ecosostenibili ed edibili: la nuova frontiera del postraccolta*  
Anna Magri, Milena Petriccione 67

## SESSIONE 6 - ALTERAZIONI FISILOGICHE E PATOLOGICHE

69

### ORALI

*Analisi dell'effetto delle variabili in preraccolta e degli antiossidanti del frutto sul riscaldamento superficiale nella pera "Abate Fétel"*

Alessandro Bonora, Anna Venturoli, Melissa Venturi, Alexandra Boini, Luca Corelli Grappadelli

70

*10 anni di sperimentazione sulla profilassi pre e post raccolta per il contenimento del marciume lenticellare da *Neofabraea alba* su mele*

Gianni Ceredi, Giacomo Fava, Marta Mari, Fiorella Neri, Alessandra Di Francesco

71

*Effetto dell'impiego di oli essenziali sul marciume grigio e sul microbioma delle mele in conservazione*

Giulia Remolif, Giada Schiavon, Marco Garelo, Giovanna Roberta Meloni, Fabio Buonsenso, Davide Spadaro

72

### POSTER

*Efficacia di oli essenziali nel contenimento di marciumi da conservazione su nettarine*

Giulia Remolif, Marco Garelo, Giada Schiavon, Fabio Buonsenso, Davide Spadaro

73

*Studio dei composti fenolici nel controllo del riscaldamento superficiale in pere Abate Fétel*

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

74

# PROGRAMMA DEL CONVEGNO

## GIOVEDÌ 29 SETTEMBRE

- 9.00-14.00** **VISITA TECNICA N.1:** Visita all'Azienda Giorgio Tesi Vivai, Pistoia
- 14.30-15.00** Apertura dei lavori
- 15.00-15.30** **Invited lecture n.1** - Fabio Mencarelli, Università di Pisa: *L'evoluzione tecnologica nel condizionamento degli ortofrutticoli freschi*
- 15.30-17.30** **SESSIONE 1 - Aspetti fisiologici del prodotto ortofrutticolo in postraccolta e loro influenza sulla qualità del prodotto**  
*Chairman:* Marina Buccheri (CREA-IT)  
S1.O1 *Come migliorare la qualità e conservabilità del mirtillo con una gestione accurata del postraccolta* - Farneti Brian, Fond.Edmund Mach, Trento  
S1.O2 *Effetti della frigoconservazione sui parametri qualitativi e nutraceutici dei frutti di melograno (cv Acco)* - Cirillo Aurora, Università di Napoli  
S1.O3 *Dissecting the physiological effects of postharvest hypoxic stress on 'Stark delicious' apples* - Salamé Elige, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa
- 16.15-16.45** Coffee break e visione poster
- S1.O4 *Postharvest characterization and metabolic behavior of Aronia Berry (Aronia melanocarpa) during ripening* - Fatchurrahman Danial, Università di Foggia  
S1.O5 *Valutazione dei parametri fisico-chimici e del sistema antiossidante di frutti di fragole confezionati in vaschette biodegradabili durante la frigoconservazione.* Adiletta Giuseppina, Università di Salerno  
S1.O6 *Le problematiche della conservazione del kiwi in relazione all'evoluzione e differenziazione varietale del mercato.* Bonghi Claudio, Università di Padova
- 17.30-17.50** Presentazioni dei 3 Sponsor: FruitControl, Isolcell, SAIM Impianti
- 17.50-18.15** Riunione del GdL Postraccolta
- 18.15-19.00** **SESSIONE 2 - Aspetti biochimici del prodotto ortofrutticolo in postraccolta e loro influenza sulla qualità del prodotto**  
*Chairman:* Alessio Allegra (UniPA)  
S2.O1 *Applicazione esogena di acido abscissico in postraccolta: effetto sulla qualità in bacche di pomodoro* - Franzoni Giulia, Università di Milano  
S2.O2 *L'etanolo nel post-raccolta dell'uva da vino per aumentare il contenuto di antociani* - Modesti Margherita. Università della Tuscia, Viterbo  
S2.O3 *Selenium enrichment is a tool for tomato fruit improvement through transcriptional regulation* - Shiriaev Anton, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa
- 19.00-19.30** **Discussione poster Sessione 1 e Sessione 2**  
*Chairman:* Marina Buccheri (CREA-IT) e Alessio Allegra (UniPA)
- 20.30-23.00** Cena Sociale

## VENERDI 30 SETTEMBRE

- 7.00-8.30** VISITA TECNICA N.2 - Mercato dei Fiori di Pescia
- 9.00-9.30** **Invited lecture n.2** - Francisco Artés-Hernández, Universidad Politécnica de Cartagena (E): *UV and visible spectrum LED lighting as abiotic elicitors of bioactive compounds in horticultural products*
- 9.30-10.15** **SESSIONE 3 - Floricoltura e vivaismo**  
*Chairman:* Alice Trivellini (UniPI)  
S3.O1 *Profilo fitonutrizionale e aromatico di fiori commestibili di Tulbaghia simmleri Beauv. durante la conservazione a freddo.* Marchioni Ilaria, Università di Pisa  
S3.O2 *Influenza dell'applicazione fogliare in preraccolta di un biostimolante ottenuto da sottoprodotti dell'industria ittica sulla qualità di steli recisi di Ranunculus asiaticus.* Caser Matteo, Università di Torino  
S3.O3 *'Bent-neck' (collo piegato) nelle rose: problematiche e meccanismi.* Rogers Hilary, Cardiff University (UK)
- 10.15-10.45** Coffee break e visione poster
- 10.45-12.00** **Sessione 4 - Prodotti di IV Gamma**  
*Chairman:* Giacomo Cocetta (UniMI)  
S4.O1 *Utilizzo del coating edibile a base di carbossimetilcellulosa, alginato di sodio, acido citrico ed ossalico per estendere la shelf-life della pera 'Williams' di IV gamma.* Magri Anna, Università della Campania, Caserta  
S4.O2 *Uso di Xanthan gum e ascorbato di calcio per prolungare la shelf-life di fette di pera della cultivar Butirra durante la conservazione.* Guccione Eugenia, Università di Palermo  
S4.O3 *Lattuga e rucola in miscela ed in diverse porzioni in confezioni di IV gamma: effetti sulla qualità.* Bulgari Roberta, Università di Torino  
S4.O4 *Studi preliminari sull'effetto della manna come composto antiossidante su limoni di IV gamma.* Allegra Alessio, Università di Palermo.  
S4.O5 *Sistema di visione computerizzato per la valutazione non distruttiva della qualità di rucola fresca e di IV gamma.* Palumbo Michela, Università di Foggia
- 12.00-12.30** **Discussione poster Sessione 3 e Sessione 4**  
*Chairman:* Alice Trivellini (UniPI) e Giacomo Cocetta (UniMI)
- 12.30-13.30** Pranzo

## VENERDI 30 SETTEMBRE

**13.30-14.00** **Invited lecture n.3** - Pietro Tonutti, Scuola Superiore S.Anna, Pisa: *Fisiologia dell'etilene: ricorrenze e sviluppo di nuove conoscenze*

**14.00-15.15** **Sessione 5 - Innovazione tecnologica per la valutazione della qualità e maturazione del prodotto e della sostenibilità ambientale**

*Chairman:* Danial Fatchurrahman (Università Foggia)

S5.O1 *Metodologia non invasiva di detection iperspettrale del marciume del cuore della mela nella fase di post-raccolta.* Genangeli Andrea, Università di Firenze

S5.O2 *Volatilome fingerprinting and sensory evaluation of fruit in post-harvest: A multi-trait approach to identify diagnostic checks to monitor fruit quality.* Spadafora Natasha, Università di Ferrara

S5.O3 *Sustaining low-impact practices in horticulture through non-destructive approach to provide more information on fresh produce history & quality (SUS&LOW).* Colelli Giancarlo, Università di Foggia

S5.O4 *Imaging Iperspettrale e FT-NIR per la discriminazione di pomodori ottenuti con pratiche colturali a diverso impatto ambientale.* Amodio Maria Luisa, Università di Foggia

S5.O5 *Applicazione di un sensore di etanolo per lo studio postraccolta del metabolismo nella disidratazione dell'uva da vino.* Pettinelli Stefano, Università di Pisa

**15.15-15.45** Coffee break e visione poster

**15.45-16.30** **Sessione 6 - Alterazioni fisiologiche e patologiche**

*Chairman:* Maria Concetta Strano (CREA-OFA)

S6.O1 *Analisi dell'effetto delle variabili in preraccolta e degli antiossidanti del frutto sul riscaldamento superficiale nella pera 'Abate Fétel'.* Bonora Alessandro, Università di Bologna

S6.O2 *10 anni di sperimentazione sulla profilassi pre e post raccolta per il contenimento del marciume lenticellare da Neofabraea alba su mele.* Ceredi Gianni, APOFRUIT Cesena

S6.O3 *Effetto dell'impiego di oli essenziali sul marciume grigio e sul microbioma delle mele in conservazione.* Remolif Giulia, Università di Torino

**16.30-17.00** **Discussione poster Sessione 5 e Sessione 6**

*Chairman:* Danial Fatchurrahman (UniFG) e Maria Concetta Strano (CREA-ACI)

## SABATO 1 OTTOBRE 2022

**9.30-11.30** **VISITA TECNICA N.3:** Giardino Storico di Villa Garzoni a Collodi, Pescia (PT)

## INVITED LECTURES

1. *L'evoluzione tecnologica nel condizionamento degli ortofrutticoli freschi*  
Fabio Mencarelli, Università di Pisa
2. *UV and visible spectrum LED lighting as postharvest abiotic elicitors of bioactive compounds in horticultural products*  
Francisco Artés-Hernández, Universidad Politécnica de Cartagena (E)
3. *Fisiologia dell'etilene: ricorrenze e sviluppo di nuove conoscenze.*  
Pietro Tonutti, Scuola Superiore S.Anna, Pisa

## **L'evoluzione tecnologica nel condizionamento degli ortofrutticoli freschi**

**Fabio Mencarelli**

Tecnologie Alimentari, DISAAA, Università di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa

[fabio.mencarelli@unipi.it](mailto:fabio.mencarelli@unipi.it)

### **Abstract**

La tecnologia di condizionamento dei prodotti ortofrutticoli è in continua evoluzione, soprattutto con l'avvento della sensoristica e dell'ICT. Sempre più linee di lavorazione della frutta vengono sviluppate con l'aggiunta di macchine dotate di sensori, sia per la qualità esterna dei frutti che, soprattutto, per la qualità interna, anche per frutti un tempo impensabili di poter essere selezionati accuratamente (penso ai mirtilli).

In questa relazione, toccheremo gli aspetti più rilevanti degli ultimi anni nella selezione dei prodotti ortofrutticoli.

## **UV and visible spectrum LED lighting as abiotic elicitors of bioactive compounds in horticultural products**

**Francisco Artés-Hernández**

Postharvest and Refrigeration Group - Department of Agronomical Engineering & Institute of Plant Biotechnology, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Murcia, 30203, Spain.

[fr.artes-hdez@upct.es](mailto:fr.artes-hdez@upct.es)

**Keywords:** ultraviolet; illumination; light emitting diodes; abiotic stress; nutraceuticals; phytochemicals; health-promoting compounds

### **Abstract**

LED lighting, as a 'Green, sustainable, and low-cost Technology', has been used for illumination reducing costs and energy.

Lighting horticultural commodities with Ultraviolet (UV) and/or different regions of the visible spectrum during growing and/or shelf life have been proved to be a good abiotic elicitor of the biosynthesis of phytochemicals, without compromising safety and other quality attributes.

The mode of action is mainly through the activation of specific photoreceptors and ROS production. Such illumination in proper conditions may induce a wide range of positive effects in plant physiology through the elicitation of secondary antioxidant metabolites and natural defenses. Such elicited compounds include ascorbic acid, carotenoids, glucosinolates, and, more frequently, phenolic compounds.

The nature and extent of this elicitation have been reported to depend on several factors, including the product type, maturity, cultivar, spectral region, dose, intensity, and time.

However, we still need to understand the mechanistic responses, and their dependence on the lighting conditions. Moreover, the operational conditions should still be defined to maximize efficacy, reduce times, and ensure whole product exposure.

## **Fisiologia dell'etilene: ricorrenze e sviluppo di nuove conoscenze.**

**Pietro Tonutti**

Centro di Ricerca in Produzioni Vegetali - Scuola Superiore S.Anna, Pisa

[pietro.tonutti@santannapisa.it](mailto:pietro.tonutti@santannapisa.it)

### **Abstract**

Diversi sono gli scienziati e ricercatori che hanno contribuito, a partire dalla scoperta che l'etilene è a tutti gli effetti un ormone vegetale, a definire e delucidare i processi che portano alla sua sintesi, alla trasduzione del messaggio, e alla regolazione dei processi di trascrizione dei geni etilene-dipendenti. In particolare, due figure sono da ricordare e celebrare in questo 2022 per le loro scoperte e intuizioni che hanno consentito di aprire importanti strade conoscitive ed interpretative sul ruolo dell'etilene nella fisiologia vegetale, in generale, e nella regolazione della maturazione dei frutti, in particolare.

Il prof. Shang-Fa Yang, grazie alla identificazione di diversi intermedi e, in particolare, dell'1-amminociclopropano carbossilato (ACC) quale precursore dell'etilene, ha chiarito definitivamente i meccanismi coinvolti nella conversione della metionina all'ormone gassoso. Le sue importanti scoperte, che hanno spinto la comunità scientifica a rinominare il ciclo della metionina con il suo nome, hanno dato un impulso straordinario al mondo della ricerca sull'etilene e hanno aperto la strada ai primi approcci molecolari e all'identificazione del ruolo regolativo primario svolto dall'ACC sintetasi.

La presenza di famiglie multigeniche dell'ACC sintetasi nelle diverse specie frutticole studiate e i diversi pattern di espressione di alcuni membri di questa famiglie osservati nel corso della maturazione dei frutti ha confermato l'osservazione e l'intuizione del prof. Barry McGlasson, che per primo ha formulato l'ipotesi della presenza di due sistemi biosintetici (Sistema1 e Sistema2) nel passaggio da fase pre-climaterica a climaterica. La successiva definizione di queste due fasi, anche con approcci "omici", ha consentito di approfondire e meglio definire le peculiarità delle diverse specie a frutto climaterico, una categoria tradizionalmente considerata unitariamente ma che, in realtà, presenta dei modelli assai diversi nelle dinamiche e nell'evoluzione dei parametri fisiologici rapportati a quelli tecnologici/merceologici.

# **SESSIONE 1**

## **ASPETTI FISIOLÓGICI DEL PRODOTTO ORTOFRUTTICOLO IN POSTRACCOLTA E LORO INFLUENZA SULLA QUALITÀ DEL PRODOTTO**

*Chairman:* Marina Buccheri (CREA-IT)

## Come migliorare la qualità e conservabilità del mirtillo con una gestione accurata del postraccolta

**Brian Farneti<sup>1</sup>, Iuliia Khomenko<sup>2</sup>, Matteo Ajelli<sup>1</sup>, Franco Biasioli<sup>2</sup>, Lara Giongo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Genetica e miglioramento genetico piccoli frutti, Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, Trento

<sup>2</sup>Qualità sensoriale, Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, Trento

Corresponding author: [brian.farneti@fmach.it](mailto:brian.farneti@fmach.it)

**Parole chiave:** Atmosfera controllata, Texture, VOCs, Etilene, PTR-ToF-MS

### Abstract

I mirtilli sono frutti altamente deperibili durante la fase di post-raccolta. Il decadimento e la disidratazione, causati da stress abiotici e biotici, provocano l'ammorbimento e l'avvizzimento della bacca e, di conseguenza, ne riducono la conservabilità e la qualità organolettica. Pertanto, è necessario lo sviluppo di strategie innovative per aumentare la conservabilità, senza tralasciare la qualità organolettica del frutto. Una maggiore conoscenza della variabilità genetica all'interno del germoplasma di mirtillo e delle relazioni genetiche tra i materiali da utilizzare nelle attività di miglioramento genetico, possono essere un importante supporto per ottimizzare le strategie di conservazione. In questa relazione verranno presentati i risultati ottenuti relativi all'ottimizzazione delle tecniche di conservazione del mirtillo con particolare attenzione all'alta variabilità dei principali tratti qualitativi del frutto riscontrata all'interno del germoplasma. Per questo scopo è stata valutata un'ampia collezione di germoplasma di mirtillo, comprendete diverse specie e ibridi interspecifici, applicando differenti strategie di fenotipizzazione avanzate (es. PTR-ToF-MS, Texture analyzer). L'ereditabilità di tali caratteri qualitativi connessi alla strategia di conservazione (come la texture e il profilo aromatico) è stata successivamente valutata su una popolazione segregante. I risultati hanno rivelato una variabilità estremamente elevata tra i genotipi per tutti i tratti di qualità studiati. In particolare, la variabilità osservata alla raccolta sia per la texture che per il profilo aromatico è stata amplificata durante la conservazione dei frutti, in particolar modo in condizioni di atmosfera modificata. Per la maggior parte delle accessioni di mirtillo la riduzione dell'ossigeno atmosferico ha permesso un minore decadimento della texture e di perdita di acqua e, allo stesso tempo, ha alterato significativamente il profilo aromatico del frutto, aumentandone la concentrazione di esteri fruttati come l'etilacetato o l'isovalerato di etile. A nostro avviso, la sintesi di questi composti può essere il risultato di processi genotipo-specifici volti a prevenire l'eccessivo accumulo di etanolo e acetaldeide, causato dallo stress anossico. In aggiunta, i risultati di queste prove hanno rivelato un'elevata variabilità nella produzione di etilene tra i genotipi. Queste differenze nella produzione di etilene sembrerebbero legate alla conservabilità dei frutti del mirtillo basate su alterazioni del sapore e della consistenza. In particolare, le accessioni di mirtillo caratterizzate dalla più alta produzione di etilene hanno mostrato anche un maggiore decadimento della consistenza della bacca durante la conservazione. I nostri risultati supportano la possibilità di personalizzare strategie di pre-raccolta e post-raccolta *ad hoc* per prolungare la durata e la qualità del mirtillo in base anche al livello di produzione endogena di etilene di ciascuna cultivar.

## **Effetti della frigoconservazione sui parametri qualitativi e nutraceutici dei frutti di melograno (cv Acco)**

**Aurora Cirillo<sup>1</sup>, Milena Petriccione<sup>2</sup>, Anna Magri<sup>2</sup>, Claudio Di Vaio<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici, Italia.

<sup>2</sup>Consiglio per la ricerca e l'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Via Torrino 3, 81100 Caserta, Italia.

Corresponding author: [aurora.cirillo@unina.it](mailto:aurora.cirillo@unina.it)

**Parole chiave:** *Punica granatum* L., polifenoli, attività antiossidante, post-raccolta

### **Abstract**

Il melograno (*Punica granatum* L.) contiene importanti composti bioattivi e sostanze antiossidanti che esercitano effetti benefici sulla salute umana. La crescente consapevolezza dei consumatori sugli aspetti salutistici dei prodotti freschi e trasformati ha notevolmente incrementato l'interesse per il consumo del frutto del melograno e dei suoi prodotti trasformati e di conseguenza, la produzione mondiale di melagrane è notevolmente aumentata negli ultimi anni. Il presente studio ha lo scopo di indagare le modifiche dei parametri chimico-fisici e qualitativi dei frutti della cultivar Acco dalla raccolta fino a +90 giorni di frigo-conservazione (+4 °C e 95 % UR). Nel corso della frigoconservazione sono stati analizzati i parametri morfologici, la resa in succo, il calo peso, il contenuto di solidi solubili totali (TSS), il pH, l'acidità titolabile, il colore dell'epicarpo (\*L, \*a, \*b), il contenuto di polifenoli, antociani, flavonoidi e l'attività antiossidante. I risultati ottenuti mostrano un incremento del contenuto in succo (%) a +60 giorni di frigoconservazione pari al 25.2%. La frigoconservazione ha mostrato effetti positivi anche su alcuni composti bioattivi. In particolare per i flavonoidi si è passati da un contenuto alla raccolta pari a 287,98 mg GAE/100 ml di succo a 389,23 mg di GAE/100 ml di succo a + 90 giorni di frigoconservazione e per il contenuto di antocianine si è passati da valori di 8,32 a mg/100 ml di succo alla raccolta fino a 11,13 mg /100 ml di succo a + 90 giorni di frigoconservazione. Alla luce dei risultati ottenuti, a conferma di quanto riportato in bibliografia, il melograno è un frutto ricco di composti bioattivi che esercitano azioni benefiche sulla salute dell'uomo ed inoltre si è visto che tali sostanze tendono ad aumentare nel corso della frigoconservazione consentendo quindi, una conservazione del frutto a lungo termine.

## Dissecting the physiological effects of postharvest hypoxic stress on ‘Stark delicious’ apples

**Elige Salamé<sup>1</sup>, Stefano Brizzolara<sup>1</sup>, Marta Rodrigues<sup>2</sup>, Benedetto Ruperti<sup>2</sup>, Pietro Tonutti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Crop Science Research Center, Scuola Superiore Sant’Anna, Pisa

<sup>2</sup>Department of Agronomy, DAFNAE, Università di Padova, Agripolis, Legnaro, Padova

Corresponding author: [e.salame@santannapisa.it](mailto:e.salame@santannapisa.it)

**Parole chiave:** *Malus domestica*, low oxygen, DCA, primary metabolism, gene expression, polyphenols

### Abstract

Dynamic controlled atmosphere (DCA) is the most advanced storing technology used for long-term storage of specific apple varieties. Decreasing oxygen levels at extreme low concentration has, on one hand, beneficial effects in terms of several parameters related to quality and ripening, but, on the other hand, represents a stress condition that, if prolonged, induces physiological alterations and the development of off-flavors or physiological disorders. The effects of different intensities and durations of low-oxygen stress on cv. Stark delicious apples (*Malus domestica* Borkh.) in cold storage (1°C) for a period of 6 months have been studied. Atmosphere conditions of 0.4% and 0.8% oxygen concentrations were applied in two different chambers, while control fruit were stored under 20% oxygen. To simulate the dynamic oxygen shift in DCA protocols, fruits were stored under 0.4% and, after one month of hypoxic stress, were moved to 0.8%. Continuous storage in 0.4% oxygen for up to six months was also applied purposely to impose an extreme hypoxic stress and evaluate its potential detrimental effects. Fruit tissues (pulp and peel) were collected in 3 replicates at progressive time points ranging from 1 week up to 1, 3 and 6 months of storage. Metabolic and molecular analyses have been carried out on pulp and peel samples, separately. The expression of genes in the apple pulp and peel involved in the primary metabolism, ethylene biosynthesis, fermentative metabolism, and Ethylene Response transcription Factors (ERFs) was analyzed by RT-qPCR. Results revealed the transcriptional repression of ACO and ACS genes in response to low oxygen in both tissues, while genes related to the fermentative metabolism (PDC and ADH) were strongly induced under 0.4% oxygen to sustain glycolysis in the absence of mitochondrial respiration, and their transcripts decreased after the increase of oxygen to 0.8%. Genes encoding enzymes involved in starch hydrolysis to sucrose, by  $\beta$ -amylase, sucrose synthase (SuSy) and phosphofructokinase (PFK), were upregulated under 0.4% and decreased in recovered samples at 0.8%. Some ERFs were highly expressed at the beginning of the storage and others were expressed towards the end of the storage after the oxygen-shift. Overall, the expression data confirmed the dynamic regulation of hypoxic responses in peel and pulp of Stark delicious apples, as evidenced in Granny Smith apples. Polyphenol content and profile in the apple pulp and skin were also analyzed. Flavanols (catechin, epicatechin) and phenolic acid (chlorogenic acid) were the most commonly found phenolic compounds. In addition to better describe some physiological responses to extreme hypoxic stress, our results proved the benefits of DCA in maintaining cv. Stark delicious apple quality during long storage, with limited differences between the two oxygen regimes and the shift in oxygen.

## Postharvest Characterization And Metabolic Behavior Of Aronia Berry (*Aronia Melanocarpa*) During Ripening.

**Danial Fatchurrahman<sup>1</sup>, Maria Luisa Amodio<sup>1</sup>, Maria Lucia Valeria De Chiara<sup>1</sup>, Leonarda Mastrandrea<sup>1</sup>, Giancarlo Colelli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente, Università di Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia, Italy.

Corresponding author: [danial.fatchurrahman@unifg.it](mailto:danial.fatchurrahman@unifg.it)

**Parole chiave:** Aronia berry, respiration rate, ethylene production, maturity index, physicochemical

### Abstract

Aronia berry, also known as chokeberry fruit, is commonly used in the food industry for the production of juices, tinctures, fruit teas, and dietary supplements. However, fresh fruit is rarely consumed because of their bitter and astringent taste, as a consequence of high amounts of polyphenols and tannins contents. The present study aimed to characterize the Aronia berry fruit (*Aronia melanocarpa*) across 4 stages of ripening, starting from the early immature (green) to the mature stage (black). Fruit size, weight, color, firmness, soluble solid content (SSC), pH, total acidity (TA), vitamin C, total phenols, total antioxidants, and anthocyanins contents, as well as their degree of astringency, indicated by the total condensed tannins content, were measured. Additionally, respiration rate and ethylene production were monitored over time. Fruit showed a climacteric behavior indicated by the climacteric peak on the mature stages (i.e. stages 3 and 4). From stage 1 to 4, fruit size increased from  $7.268 \pm 0.49$  mm to  $9.827 \pm 0.44$  mm of length and from  $0.241 \pm 0.092$  to  $0.588 \pm 0.14$  g of weight, whereas color (Hue) changed from  $84.01 \pm 2.8^{\circ}$  to  $34.19 \pm 11^{\circ}$ , and firmness from  $4.001 \pm 1.65$  N to  $3.66 \pm 0.61$  N. SSC and TA for stage 1 started from  $16.3 \pm 0.22$  %, and  $1.43 \pm 0.02$  g/100 g respectively, reaching  $22.19 \pm 0.16$  % and  $1.02 \pm 0.01$  g/100 g for stage 4. Additionally, Aronia fruit confirmed a good content of vitamin C with little variability from stage 1 to 4 (from  $3.79 \pm 0.11$  to  $4.87 \pm 0.02$  mg/100 g FW), and a very high phenolic content decreasing from stage 1 to 4 (from  $23.03 \pm 0.30$  g/kg to  $15.83 \pm 0.31$  g/kg) FW. Anthocyanin and condensed tannins increased from stage 1 to 4 (starting from  $0.05 \pm 0.01$  cyanidin-3-glucodide/mL, and  $26.7 \pm 0.3$  mg Catechine Equivalent /mL, and reaching up to  $4.66 \pm 1.2$  cyanidin-3-glucodide/mL and  $32.78 \pm 0.18$  Catechine Equivalent/mL) respectively. Thus, gained information helped to characterize metabolic behavior and compositional changes of Aronia fruit, which should be harvested fully ripe either for its late climacteric peak, and also for the highest development of sugar content.

## **Valutazione dei parametri fisico-chimici e del sistema antiossidante di frutti di fragole confezionati in vaschette biodegradabili durante la frigoconservazione**

**Giuseppina Adiletta<sup>1</sup>, Milena Petriccione<sup>2</sup>, Giuseppe De Filippis<sup>3</sup>, Antonio Di Grazia<sup>3</sup>, Damiano Pagnini<sup>4</sup>, Marisa Di Matteo<sup>2</sup>, Paolo Ciambelli<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi Salerno, Fisciano (SA)

<sup>2</sup>CREA-Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Caserta (CE)

<sup>3</sup>Narrando srl, Fisciano (SA)

<sup>4</sup>Consorzio Bambù Italia, Tavullia (PU)

Corresponding author: [gadiletta@unisa.it](mailto:gadiletta@unisa.it)

**Parole chiave:** Frutti, post-raccolta, bambù, economia circolare, qualità

### **Abstract**

La fragola (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) è un falso frutto altamente deperibile con una breve shelf-life nel post-raccolta. In questa ricerca per aumentare la shelf-life di fragole della cv *Melissa*, è stato utilizzato un confezionamento con vaschette biodegradabili a base di scarti di bambù, in atmosfera passiva ottenuta con un film semipermeabile (B-PMA). Il confronto è stato ottenuto con campioni di fragole della stessa cultivar non confezionati. Tutti i campioni sono stati conservati per 9 giorni a 4 °C e sottoposti, ogni tre giorni, alle principali analisi di qualità (chimico, fisiche, enzimatiche e nutraceutiche). Dai risultati delle analisi effettuate si è potuto osservare che il confezionamento proposto, vaschette biodegradabili e film semipermeabile, dopo 9 giorni di frigoconservazione, ha permesso di estendere la shelf-life dei frutti. Nei campioni di fragole così confezionate si è osservata una perdita di acqua del 4% rispetto al 37% dei campioni di controllo. I parametri fisico-chimici come la consistenza della polpa (N), il residuo secco rifrattometrico (RSR) e l'acidità titolabile (AT) non mostrano differenze statisticamente significative durante la frigoconservazione nei frutti confezionati, mentre nel controllo osserviamo un incremento del RSR e una riduzione della consistenza della polpa e della AT. I parametri colorimetrici (luminosità L\*, angolo di Hue e Chroma) non subiscono variazioni significative nei frutti confezionati rispetto al controllo, dove osserviamo una riduzione della luminosità e dell'angolo di Hue, indice di imbrunimento dei frutti. Il sistema antiossidante, non-enzimatico ed enzimatico risulta influenzato dalle confezioni biodegradabili e dal film. Infatti, i frutti confezionati al 9° giorno di conservazione mostrano un contenuto di polifenoli, flavonoidi, antociani e acido ascorbico, superiore rispetto ai frutti del controllo. L'utilizzo delle vaschette biodegradabili insieme al film semipermeabile ha avuto effetto sull'attività di enzimi quali superossido dismutasi, catalasi e ascorbato perossidasi; inoltre, è stata osservata una riduzione dell'attività della polifenolossidasi e della lipossigenasi correlati al fenomeno dell'imbrunimento e dei danni alle membrane cellulari nel corso della frigoconservazione. I risultati ottenuti mostrano che il confezionamento con un film semipermeabile, combinato all'utilizzo di contenitori biodegradabili da scarti vegetali, può rappresentare un valido strumento per prolungare la shelf-life di frutti di fragole.

## Le problematiche della conservazione del kiwi in relazione all'evoluzione e differenziazione varietale del mercato

**Claudio Bonghi<sup>1</sup>, Benedetto Ruperti<sup>1</sup>, Elige Salamè<sup>2</sup>, Mirco Montefiori<sup>3</sup>, Pietro Tonutti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> DAFNAE, Università di Padova, Legnaro (PD)

<sup>2</sup> Crop Science Research Center, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

<sup>3</sup> New Plant, Forlì

Corresponding author: [claudio.bonghi@unipd.it](mailto:claudio.bonghi@unipd.it)

**Parole chiave:** Actinidia, fisiologia della maturazione, etilene, danni da freddo, colore

### Abstract

Il panorama varietale del kiwi è fortemente cambiato negli ultimi dieci anni. Da una situazione quasi monovarietale rappresentata dalla cv "Hayward" della specie *Actinidia chinensis* var. *deliciosa* la produzione, e quindi tutta la fase del supply chain, vede come protagonisti emergenti frutti prevalentemente appartenenti ad *Actinidia chinensis* var. *chinensis*, caratterizzati da polpa di colore giallo, giallo/verde, giallo/rosso (ma anche verdi meno intensi e stabili di Hayward) e livelli di aromaticità e dolcezza più elevati. Questi nuovi genotipi e selezioni presentano tuttavia alcune peculiarità/criticità relativamente al processo di maturazione e alla fase di conservazione. Oltre ad aspetti di tipo ambientale (condizioni pedoclimatiche dei siti di coltivazione), un fattore cruciale che determina il comportamento di queste nuove accessioni in postraccolta è rappresentato dal momento di raccolta in relazione alla fase di sviluppo e maturazione del frutto. In particolare, sono emerse e sono in fase di valutazione le strette relazioni esistenti fra il valore/soglia di SSC, per il kiwi tradizionalmente indicato in 6.2 °Brix, la consistenza della polpa e il livello di pigmentazione raggiunto al momento del distacco e la sua evoluzione nel corso della conservazione refrigerata. Evidenze sperimentali ed empiriche evidenziano che le dinamiche dei cambiamenti di colore della polpa vanno attentamente monitorate, soprattutto se si verificano nella fase postraccolta, nel corso della quale la capacità di controllo di questo cambiamento è limitata. Lo sviluppo di conoscenze di base relative al ruolo dell'etilene (biosintesi ma, soprattutto percezione) e delle basse temperature sui principali processi di maturazione dei nuovi genotipi è cruciale al fine di ottimizzare i protocolli di conservazione sia per il controllo del colore della polpa sia per il rallentamento del processo di maturazione, tendenzialmente più rapido nei nuovi genotipi. Considerando specificamente gli aspetti di refrigerazione postraccolta, lo sviluppo di fisiopatie di conservazione (danni da freddo, SBD) rappresenta un problema particolarmente rilevante nei genotipi di *chinensis* e alcune informazioni relative alle relazioni esistenti fra parametri merceologici/fisiologici alla raccolta, loro evoluzione nel corso della refrigerazione e incidenza dei danni da freddo aprono nuove prospettive di miglioramento della fase di conservazione. In tale ottica saranno cruciali gli studi che potranno essere allestiti sull'uso delle atmosfere controllate (AC), protocolli di fatto ancora poco applicati per la conservazione di queste nuove accessioni di *A. chinensis* var. *chinensis*.

## **Effetto dell'ombreggiatura di olivi secolari consociati a limoneti sull'estensione della shelf-life di limoni frigoconservati**

**Maria Allegra, Filippo Ferlito, Biagio Francesco Torrisi, Sara Trovato, Giuseppe Ciciarello, Maria Concetta Strano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Acireale (CT)

Corresponding author: [maria.allegra@crea.gov.it](mailto:maria.allegra@crea.gov.it)

**Parole chiave:** Limoni, Consociazione, Frigoconservazione, Qualità postraccolta, Shelf-life

### **Abstract**

Gli impianti limonicoli del territorio della Calabria delimitato dalle zone collinari della Piana di Gioia Tauro (RC), sono realizzati in consociazione con olivi secolari aventi altezze superiori ai 20 metri. I sestri molto larghi degli oliveti consentono di impiantare i limoni sia sulle file sia negli interfilari. Il particolare microclima riscontrabile a livello della chioma dei limoni è idoneo per la crescita delle piante e per l'ottenimento di produzioni quanti-qualitativamente soddisfacenti. In queste condizioni, gli impianti limonicoli possono essere condotti senza l'ausilio dell'irrigazione sebbene la presenza di impianti irrigui possa influenzare la qualità dei frutti alla raccolta. L'obiettivo di questo lavoro è: i) la valutazione qualitativa di alcune selezioni clonali della cultivar di limone Femminello, provenienti dalla consociazione descritta, in aziende irrigue (I) e non irrigue (NI); ii) lo studio del mantenimento qualitativo dei frutti raccolti sottoposti a frigoconservazione, al fine di renderli disponibili per la vendita in un periodo di scarsa presenza, durante il periodo estivo. Frutti di limone appartenenti alle selezioni clonali Siracusano e Zagara bianca della cv Femminello, provenienti da aziende irrigue e non irrigue sono stati raccolti a maturità commerciale, selezionati per uniformità di pezzatura, assenza di difetti e alterazioni e, dopo lavaggio con acqua, sottoposti a frigoconservazione a  $10\pm 1^{\circ}\text{C}$  e U.R 90%, per un periodo di 60 giorni. Ad intervalli di 15 giorni, sono stati valutati l'incidenza dei marciumi e l'entità dei danni da freddo, il calo peso, e i principali parametri chimico-fisici (peso del frutto, diametro dell'asse carpellare, consistenza della buccia, colore della buccia e della polpa, resa in succo, solidi solubili totali, pH, acidità e vitamina C). I risultati ottenuti hanno evidenziato assenza sia di marciumi che di danno da freddo in entrambe le varietà alle due condizioni di gestione. Il calo peso è risultato maggiore nei frutti provenienti dalle aziende irrigue di entrambe le varietà con valori medi di 23,7 % (I) vs 12,9 % (NI), dopo 60 giorni di frigoconservazione. In generale, il peso medio dei frutti delle due selezioni clonali irrigue rispetto alle non irrigue è risultato statisticamente più basso ( $I=137,1$  gr;  $NI=145,0$  gr;  $p\leq 0,001$ ), il diametro dell'asse carpellare più piccolo ( $I=7,55$ ;  $NI=8,15$  mm;  $p\leq 0,05$ ) e la consistenza più elevata ( $I=65,7$ ;  $NI=61,4$  N;  $p\leq 0,001$ ). Nello specifico, il clone Femminello siracusano irriguo ha mostrato, rispetto al non irriguo, valori significativamente più bassi per il peso dei frutti (128,7 vs 140,3 gr;  $p\leq 0,001$ ) e più alti per l'acidità titolabile (5,91 vs 5,53 %;  $p\leq 0,001$ ). Riguardo al clone Zagara bianca irriguo, i solidi solubili totali e l'acidità titolabile sono risultati statisticamente più bassi ( $p\leq 0,001$ ) rispetto ai frutti non irrigui (7,00 vs 7,26 °Brix e 5,06 vs 5,36 %, rispettivamente). I frutti di entrambi i cloni non hanno evidenziato variazioni significative dei parametri qualitativi durante la conservazione, che si sono mantenuti assimilabili a quelli rilevati alla raccolta fino a 60 gg di frigoconservazione.

## **SESSIONE 2**

### **ASPETTI BIOCHIMICI DEL PRODOTTO ORTOFRUTTICOLO IN POSTRACCOLTA E LORO INFLUENZA SULLA QUALITÀ DEL PRODOTTO**

*Chairman: Alessio Allegra (UniPA)*

## **Applicazione esogena di acido abscissico in postraccolta: effetto sulla qualità in bacche di pomodoro**

**Giulia Franzoni<sup>1</sup>, Carla Colombani<sup>1</sup>, Antonio Ferrante<sup>1</sup>, Giacomo Cocetta<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Milano (MI)

Corresponding author: [giulia.franzoni@unimi.it](mailto:giulia.franzoni@unimi.it)

**Parole chiave:** ABA, frutto, VOCs, shelf life, *Solanum lycopersicum* L.

### **Abstract**

L'acido abscissico (ABA) è un ormone fondamentale che influenza lo sviluppo, la maturazione e la senescenza delle bacche di pomodoro. La via metabolica che porta alla sintesi dell'ABA coinvolge alcuni carotenoidi (C-40) che a loro volta prendono parte nei meccanismi di controllo della maturazione. La prova svolta ha avuto l'obiettivo di studiare l'effetto di un trattamento postraccolta con ABA su frutti di pomodoro. Le piante di pomodoro da industria "Leader F1" (*Solanum lycopersicum* L.) sono state coltivate in vaso presso l'Università degli Studi di Milano. I frutti sono stati raccolti alla maturità commerciale, scegliendo le bacche con un livello di maturazione omogeneo. Una parte di queste è stata immersa in una soluzione di ABA alla concentrazione di 100  $\mu$ M per 30 minuti (T0). Successivamente sono stati mantenuti a 20 °C per circa due settimane per valutare gli effetti del trattamento a livello qualitativo e fisiologico. Le analisi sono state svolte sulle bacche dopo 5 (T1), 8 (T2) e 13 giorni (T3) di shelf life. Ad ogni time point sono stati misurati alcuni parametri qualitativi, tra cui: colore delle bacche, solidi solubili, acidità titolabile, pH, tasso respiratorio, contenuto di fitoene, licopene,  $\beta$ -carotene, e i composti organici volatili (VOCs). Il trattamento non ha causato alterazioni al colore dei frutti, che è rimasto costante durante la prova, come dimostrato dall'analisi dei parametri L\*, a\*, b\*, h. Allo stesso modo, il pH e il contenuto di solidi solubili non è variato in modo significativo in risposta all'applicazione di ABA. Data la correlazione tra questi parametri e il sapore, questo potrebbe suggerire che il trattamento con ABA non ha modificato alcune caratteristiche dei frutti. Per quanto riguarda la misura del tasso di respirazione, l'andamento di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> è stato influenzato in modo significativo dal tempo di shelf life a 20 °C ma non dal trattamento. Alla raccolta, la concentrazione di  $\beta$ -carotene nei frutti di pomodoro trattati con ABA è risultata inferiore rispetto ai controlli. Lo stesso effetto è risultato temporaneo e non è stato osservato nei campionamenti successivi. L'analisi dei VOCs ha permesso di identificare alcuni composti presenti nelle bacche a specifici time points o a seguito del trattamento con ABA.

## **L'etanolo nel post-raccolta dell'uva da vino per aumentare il contenuto di antociani**

**Giorgio Manganelli<sup>1</sup>, Margherita Modesti<sup>1</sup>, Milena Petriccione<sup>2</sup>, Brunella Ceccantoni<sup>1</sup>, Serena Ferri<sup>1</sup>, Fabio Mencarelli<sup>3</sup>, Andrea Bellincontro<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>DIBAF, Università degli Studi della Tuscia, Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo (VT)

<sup>2</sup>CREA, Centro di ricerca per Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Via Torrino 3, I-81100 Caserta (CE)

<sup>3</sup>DAFE, Università di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa (PI)

Corresponding author: [margherita.modesti@unitus.it](mailto:margherita.modesti@unitus.it)

**Parole chiave:** Etanolo, Estraibilità, Aglianico del Taburno, Polifenoli, Antociani

### **Abstract**

Un parametro fondamentale per la qualità delle uve a bacca rossa destinate alla produzione di vino è il loro contenuto in polifenoli e antociani. Al momento della raccolta, la concentrazione di questi composti non sempre raggiunge tenori sufficienti ed adeguati all'ottenimento di vini di alta qualità. Pertanto, la fase di post-raccolta può essere essenziale per operare trattamenti e/o operazioni atte ad incrementarne il contenuto e la loro estraibilità. In questo contesto, è stato valutato l'effetto di trattamenti post-raccolta con etanolo gassoso, considerando la sua capacità inibitoria nei riguardi dell'accumulo di cellulosa ed emicellulosa nelle cellule, capace di ridurre la consistenza dell'acino, facilitando di conseguenza l'estraibilità di antociani e polifenoli. Uve di Aglianico del Taburno sono state trattate per 12, 24 o 36 ore, a tre diverse concentrazioni di etanolo (250 µL, 500 µL, 1000 µL). La valutazione ha riguardato, oltre ai principali parametri tecnologici, il contenuto ed il profilo di polifenoli e antociani (tramite HPLC). Infine, è stata valutata l'attività di specifici enzimi coinvolti nel metabolismo fermentativo (LDH, PDC, ADH, LOX, HPL) oltre ad una valutazione della consistenza e ad indagine colorimetrica. L'etanolo aumenta la concentrazione di zuccheri, acido malico, azoto amminico libero e, soprattutto, degli antociani eventualmente estraibili in vinificazione. L'aumento della frazione flavonoidica dei polifenoli è stato osservato dopo 12 h di trattamento, qualunque fosse la concentrazione impiegata. Un trattamento post-raccolta con etanolo in gas sulle uve da vino, per un tempo di contatto di 12 h, sembra configurarsi come interessante soluzione per migliorare la frazione antocianica ottenibile in vinificazione, laddove problematiche sulle uve, legate agli andamenti stagionali ed alle difficoltà di maturazione, lo possano richiedere.

## Selenium enrichment is a tool for tomato fruit improvement through transcriptional regulation

**Anton Shiriaev<sup>1</sup>, Stefano Brizzolarà<sup>1</sup>, Beatrice Pezzarossa<sup>2</sup>, Fernando Malorgio<sup>3</sup>, Pietro Tonutti<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Crop Science Research Center, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy

<sup>2</sup>Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, CNR, Pisa, Italy

<sup>3</sup>Department of Agriculture, Food and Environment, University of Pisa, Italy.

Corresponding author: [anton.shiriaev@santannapisa.it](mailto:anton.shiriaev@santannapisa.it)

**Parole chiave:** Selenium, fruit ripening, biofortification, postharvest, RNA-seq

### Abstract

Selenium (Se) is an essential element required for a balanced human diet. It takes part in the molecular structure of certain hormones involved in immune response and muscle performance. Up to 15% of the global population is getting less than recommended 70  $\mu\text{g day}^{-1}$ . Extreme and systematic lack of Se in daily meals causes deterioration of cardiovascular function and other chronic illnesses. Hence, strategies for enriching the human diet with Se are of crucial interest. Plants can transform toxic forms of mineral Se into organic molecules, more bioavailable for humans and animals. The function of Se in plants was not proved to be essential, however relevant literature discloses promising results about the beneficial impact of Se on plant physiology. Some studies report that Se is changing fruit biochemical composition, prolonging the shelf-life of the perishable fruit, improves their tolerance against pathogens causing loss and wastes. In the present work, we produced Se-enriched tomato fruit (*Solanum Lycopersicum*, cv. *Micro-Tom*) by on-plant spraying during the Immature green stage with sodium selenate and Se nanoparticles (SeNPs) at 0, 5 and 10 mg Se L<sup>-1</sup>. Se content in treated fruit and other plant organs was measured by using hydride generation atomic absorption spectrometry. On-plant and on-shelf ripening were monitored by evaluating ethylene production, color change, and technical parameters. Fruit composition was assessed by measuring the content of carotenoids, polyphenols, and volatile organic compounds (VOCs) with HP-LC, LC-MS/MS, and GC-MS respectively. In a separate *in-vitro* experiment sodium selenate at the concentrations of 0, 5, 10, 20, 40, and 80 mg Se L<sup>-1</sup> Se has been added in agarose media with fungal pathogen *Botrytis cinerea*. Expression of the genes under Se treatment was measured at the Mature Green, Breaker, and Red Ripe stages with RNA-Seq. Results on selected genes were confirmed by RT-qPCR. Our results showed that spraying sodium selenate and SeNPs at the dose of 10 mg L<sup>-1</sup> Se is a suitable protocol for biofortification. The daily requirements of Se for the human daily diet may be fulfilled by the consumption of roughly 200 g of fresh tomatoes enriched with our method of Se treatment (containing up to 2 mg kg<sup>-1</sup> FW Se). Se has impacted the fruit's biochemical composition. Among VOCs, Se has mainly increased the content of terpenoids; in the polyphenol profile, we revealed an increase of naringenin and chlorogenic acid and a decrease in coumarate. An impact on the postharvest performance was barely observed at the physiological level, however, the *in vitro* trial showed that Se is decreasing the propagation rate of *Botrytis cinerea* at the dose of 80 mg L<sup>-1</sup> Se in the agarose media. Transcriptomic data revealed a significant impact on multiple ripening-related pathways: hormonal signaling, (including ethylene signaling), glycosaminoglycan degradation pathway, and biosynthesis of carotenoids and flavonoids. Partially RNA-seq data proved that biochemical changes occurred because of the Se impact of tomato transcriptome. We may propose Se treatment as a novel approach to produce nutraceutical plant-based products with enhanced dietary value, possibly characterized by improved postharvest properties. We may preliminarily hypothesize that higher doses of Se may prolong the shelf life of tomato fruit due to its ability to postpone fruit softening, impacted through suppressed glycosaminoglycan biosynthesis and resistance towards *Botrytis cinerea*.

## **CO<sub>2</sub> modified atmosphere packaging: stress condition or treatment to preserve fruit and vegetable quality?**

**Maria Cefola<sup>1</sup>, Imperatrice Capotorto<sup>1</sup>, Vincenzo Lippolis<sup>2</sup>, Salvatore Cervellieri<sup>2</sup>, Anna Damascelli<sup>2</sup>, Rosaria Cozzolino<sup>3</sup>, Beatrice De Giulio<sup>3</sup>, Bernardo Pace<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Sciences of Food Production, National Research Council (CNR) c/o CS-DAT, via M. Protano, 71121 Foggia, Italy

<sup>2</sup>Institute of Sciences of Food Production, National Research Council (CNR), via G. Amendola, 122/O, 70126 Bari, Italy

<sup>3</sup>Institute of Food Science, National Research Council (CNR), via Roma 64, 83100 Avellino, Italy

Corresponding author: [bernardo.pace@ispa.cnr.it](mailto:bernardo.pace@ispa.cnr.it)

**Parole chiave:** Carbon dioxide, modified atmosphere packaging, respiration rate, fermentative metabolites, short-term treatment

### **Abstract**

In addition to the adoption of proper temperature and relative humidity, the selection of a specific modified atmosphere packaging with reduced O<sub>2</sub> and/or increased CO<sub>2</sub> is one of the most widely used and helpful tools to prolong the shelf-life of horticultural crops. However, since the values of O<sub>2</sub> and/or CO<sub>2</sub> that might cause injury are strictly related to the commodity, they should be optimized for each product. Here three study cases are reported about the application of modified atmospheres (MA), with different CO<sub>2</sub> concentrations (0-40 kPa), to table grapes (cv Italia) and sweet cherries (cv Ferrovia) and, as a short-term treatment (48 h at 0 °C), to fresh-cut artichokes (cv Violet de Provence). In each trial, the effect of high CO<sub>2</sub> treatment on quality parameters was observed during cold storage. Concerning table grape “Italia”, our results show that low CO<sub>2</sub> (up to 10kPa) MA preserved the quality and sensory parameters of the fruit, whereas high CO<sub>2</sub> (> 20kPa) caused a fermentative metabolism. As for sweet cherries “Ferrovia”, 20kPa CO<sub>2</sub> MA helped to maintain the quality traits during storage. On the other hand, this fruit proved to be sensitive to CO<sub>2</sub> accumulation (over 20kPa) in hypoxic conditions, since it caused an increase in respiration rate and the biosynthesis of volatile fermentative metabolites. Finally, for fresh-cut artichokes, a high CO<sub>2</sub> short-term treatment (up to 10kPa) reduced respiration rate and browning index, preserving the volatile profile, while high CO<sub>2</sub> (40kPa) may have caused fermentative metabolism. In conclusion, the application of a MA enriched in CO<sub>2</sub> has been shown to have different effects on the quality parameters of the evaluated products, supporting the hypothesis that CO<sub>2</sub> sensibility depends on each specific fruit or vegetable under study.

## Effetto della conservazione, del trattamento con 1-MCP e del grado di maturazione alla raccolta sul profilo sensoriale di pere ‘Abate Fetel’ e ‘Conference’ IGP del Mantovano

**Maristella Vanoli<sup>1</sup>, Maurizio Grassi<sup>1</sup>, Fabio Lovati<sup>1</sup>, Giovanna Cortellino<sup>1</sup>, Marina Buccheri<sup>1</sup>, Rosita Caramanico<sup>1</sup>, Pietro Levoni<sup>2</sup>, Lorenzo Spinelli<sup>3</sup>, Alessandro Torricelli<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Milano

<sup>2</sup>Politecnico di Milano, Dipartimento di Fisica, Milano

<sup>3</sup>Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, CNR-IFN, Milano

Corresponding author: [maristella.vanoli@crea.gov.it](mailto:maristella.vanoli@crea.gov.it)

**Parole chiave:** Atmosfera Controllata, Atmosfera Normale, TRS, coefficiente di assorbimento, *Pyrus communis* L.

### Abstract

La Pera Mantovana IGP conta sei varietà: ‘Abate Fétel’, ‘Conference’, ‘Decana del Comizio’, ‘Kaiser’, ‘Max Red Bartlett’ e ‘William’. Sicuramente ‘Abate Fetel’ e ‘Conference’ sono le varietà economicamente più importanti. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare l’effetto della durata e dell’atmosfera di conservazione, del trattamento con 1-MCP e del grado di maturazione determinato in modo non distruttivo alla raccolta mediante spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo (TRS) sul profilo sensoriale di pere ‘Abate Fetel’ (AB) e ‘Conference’ (CF) IGP del Mantovano. 720 pere/varietà, raccolte a maturazione commerciale presso la cooperativa mantovana OP CORMA, sono state misurate con TRS per il coefficiente di assorbimento a 670 nm (AB:  $\mu_a670$ ) e a 650 nm (CF:  $\mu_a650$ -CF). I frutti sono stati classificati in base al  $\mu_a670$  (AB) e al  $\mu_a650$  (CF) in poco, medio e molto maturi e randomizzati in 12 campioni, di cui 6 sono stati trattati con 1-MCP. Le pere sono state poste in conservazione a  $-1^\circ\text{C}$  in aria (AN) e in atmosfera controllata (AC) con 8-12% O<sub>2</sub>+1% CO<sub>2</sub> (AB) e 2% O<sub>2</sub>+1% CO<sub>2</sub> (CF) e sono state analizzate dopo 4, 5 e 6 mesi di conservazione + 7 giorni di shelf life a 20°C. I frutti “poco” e “molto” maturi di ogni varietà sono stati sottoposti ad analisi sensoriale utilizzando un panel addestrato di 10 persone. Sono stati valutati gli attributi consistenza, succosità, granulosità, dolcezza, acidità, astringenza, aroma ed è stato espresso anche un giudizio di gradimento. Considerando le pere AB, la durata della conservazione non ha avuto effetto sugli attributi sensoriali, mentre l’atmosfera ha influenzato in modo significativo la percezione dell’acido, essendo risultate più acide le pere conservate in AC. Il trattamento con 1-MCP ha avuto effetto significativo su tutti gli attributi sensoriali, tranne l’acido: le pere trattate con 1-MCP sono state percepite come più dure, più granulose, più astringenti, meno dolci, meno succose e meno aromatiche di quelle non trattate. Relativamente alla maturazione, le pere “molto mature” sono risultate all’assaggio più dure, più astringenti e meno succose delle pere “poco mature”. In generale sono risultate più gradite le pere non trattate con 1-MCP, mentre durata della conservazione, atmosfera e classe di maturazione TRS non hanno influenzato il gradimento. I profili sensoriali delle pere CF hanno risentito della durata della conservazione in quanto i frutti sono risultati più granulosi e più astringenti dopo 6 mesi. Le pere trattate con 1-MCP e conservate in AC sono state giudicate più dure, più granulose, e meno succose, dolci e aromatiche di quelle non trattate conservate in AC e di quelle conservate in AN indipendentemente dal trattamento con 1-MCP. I frutti “poco maturi” conservati in AN sono risultati più teneri e più succosi dei frutti “molto maturi” conservati in AN e in AC mentre i frutti “poco maturi” conservati in AC sono risultati i meno dolci e aromatici rispetto ai frutti “molto maturi” conservati in AC e in AN. I frutti “molto maturi” conservati in AC sono risultati i più graditi. I risultati di questo lavoro mostrano che il grado di maturazione alla raccolta determinato mediante TRS interagisce con la conservazione e con il trattamento con 1-MCP modificando i profili sensoriali delle pere.

## Trattamenti post-raccolta con ozono gassoso per la conservabilità delle nocciole

Bianca Modica<sup>1</sup>, Margherita Modesti<sup>1</sup>, Roberto Forniti<sup>1</sup>, Edoardo Pagani<sup>1</sup>, Fabio Mencarelli<sup>2</sup>, Valerio Cristofori<sup>3</sup>, Andrea Bellincontro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIBAF, Università degli Studi della Tuscia, Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo (VT)

<sup>2</sup>DAFE, Università di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa (PI)

<sup>3</sup>DAFNE, Università degli Studi della Tuscia, Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo (VT)

Corresponding author: [margherita.modesti@unitus.it](mailto:margherita.modesti@unitus.it)

**Parole chiave:** Atmosfera Controllata, Atmosfera Normale, TRS, coefficiente di assorbimento, *Pyrus communis* L.

### Abstract

La nocciola (*Corylus avellana* L.) è una delle principali specie, all'interno della famiglia delle *Betulaceae*, di interesse nutrizionale e di sicuro impatto sull'industria alimentare. Le proprietà nutritive della nocciola ed i relativi benefici per la salute umana sono legate alla ricchezza in acidi grassi di alto valore nutrizionale e in antiossidanti naturali. Tuttavia, le condizioni di conservazione sono cruciali per preservarne la qualità tecnologica ed alimentare, nonché per evitare fenomeni degradativi che possono comportare l'insorgenza di *off-flavour*, di sapori sgradevoli ed una correlata perdita di valore commerciale. L'obiettivo principale di questo studio è stato quello di verificare la possibilità di preservare la qualità geniale e nutrizionale, nonché di incrementare la conservabilità di nocciole sgusciate intere, tramite trattamenti post raccolta con diverse concentrazioni di ozono gassoso (8 ppm, 600 ppb e 200 ppb), rispettivamente per una e tre ore. La scelta delle tre condizioni di trattamento è stata operata con una logica di indurre una condizione iperossidante estrema (8 ppm), a fianco a due più plausibili dosaggi per indurre favorevoli risposte nei frutti; le tre tesi campionarie trattate sono state tutte confrontate con un set di controllo non trattato. Le nocciole sono state quindi conservate a 4 °C. Nel corso di tale periodo è stato effettuato un monitoraggio in conservazione analizzando ogni 10 giorni (per una durata complessiva di circa due mesi) i principali parametri chimico-fisici (colore e consistenza) e quelli legati all'ossidazione ed alla degradazione dei lipidi in quanto considerati marcatori della conservabilità e della qualità (acidità, perossidi, proteine totali e polifenoli). Le analisi chimico-fisiche sono state affiancate da misurazioni di tipo non-distruttivo tramite acquisizioni spettrali NIR, che sono state impiegate per una indagine di tipo chemiometrico a confronto. I risultati preliminari mostrano come le condizioni di trattamento e di successiva conservazione abbiano influito sul colore: durante la conservazione è stato osservato un leggero incremento del valore "a", quindi verso tonalità rosse, ed una diminuzione del parametro "b". La lucentezza è invece risultata leggermente ridotta nelle nocciole sottoposte a trattamento con ozono, indipendentemente dalla dose applicata. Considerando la consistenza, si è osservato che l'effetto dell'ozonizzazione non è stato significativo. È piuttosto il tempo di conservazione a influenzare la texture delle nocciole: i valori durezza risultano aumentare all'aumentare del tempo di conservazione.

## **Selezione di nuove alghe biostimolanti nel miglioramento della qualità e della produzione di frutti eduli in *Mammillaria prolifera* e *Mammillaria glassii***

**Domenico Prisa<sup>1</sup>, Damiano Spagnuolo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT)

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze chimiche, biologiche, farmaceutiche e ambientali, Messina (ME)

Corresponding author: [domenico.prisa@crea.gov.it](mailto:domenico.prisa@crea.gov.it)

**Parole chiave:** Atmosfera Controllata, Atmosfera Normale, TRS, coefficiente di assorbimento, *Pyrus communis* L.

### **Abstract**

I processi antropici accentuati dagli effetti del cambiamento climatico, sono la causa principale di una perdita rilevante nella resa delle colture e nella disponibilità di acqua per le coltivazioni. Per tale motivo è urgente migliorare la capacità di resistenza delle piante e la produzione agricola. Questo compito impegnativo è ulteriormente necessario per soddisfare la domanda di cibo, a causa della crescita della popolazione. I biofertilizzanti ricavati da macroalghe sono in grado di fornire maggiori rese produttive e possono mitigare gli effetti del cambiamento climatico, stimolando i processi di nutrizione delle piante. L'applicazione di alghe e cianobatteri o di formulazioni da questi derivati (biomassa, estratti, idrolizzati) sulle piante ha mostrato produrre una vasta serie di effetti benefici spesso interconnessi. Tra gli effetti più comuni riscontrati vi è l'incremento della crescita vegetativa, associato a una stimolazione del metabolismo dell'azoto e del carbonio nelle piante trattate. Gli effetti di stimolazione del metabolismo primario possono essere attribuiti ad un aumento dell'assorbimento dei nutrienti da parte delle piante sottoposte al trattamento biostimolante. In questo senso i biostimolanti possono agire sia indirettamente, attraverso il miglioramento della struttura del suolo e della disponibilità di nutrienti se applicati alla radice, sia influenzando direttamente la fisiologia vegetale se applicati per via fogliare. Lo scopo di questa ricerca è stato quindi quello di valutare l'efficacia di tre estratti di alghe marine, derivati da tre macroalghe rappresentative delle Rhodophyta, Chlorophyta e Phaeophyceae, applicati come biofertilizzanti, sulla crescita in vaso dei cactus *Mammillaria prolifera* e *Mammillaria glassii* (piante che generalmente vivono in ambienti estremi), e sulla la produzione di frutti commestibili (dimensioni, numero e peso totale dei frutti prodotti, contenuto di semi all'interno dei frutti, shelf-life, numero di frutti abortiti, presenza di composti nutraceutici). Sono state inoltre valutate le interazioni tra le alghe e il microbioma del suolo. I risultati hanno evidenziato un incremento significativo della produzione e della durata dei fiori, insieme ad un aumento del numero, dell'intensità del colore e del prolungamento della shelf-life dei frutti edibili dei cactus trattati con alghe. Inoltre, è risultato evidente come nelle tesi trattate con macroalghe ci sia stato un aumento parallelo della colonizzazione microbica, che probabilmente ha influenzato e stimolato in maniera positiva l'attività di crescita delle radici e di assorbimento di acqua e nutrienti. Attualmente sono numerosi gli studi che si dedicano allo sviluppo di nuovi prodotti biostimolanti, in particolare su piante ortive e ornamentali. Questo lavoro di ricerca vuole invece fornire maggiori informazioni sugli effetti che l'uso di nuove alghe biostimolanti potrebbe avere su quelle specie vegetali, che generalmente vivono in ambienti estremi. In particolare valutare come questi prodotti influenzano la produzione di fiori e frutti edibili e la presenza di metaboliti secondari.

## **Effetti della conservazione Ultra Low Oxygen (ULO) sulle caratteristiche qualitative e sensoriali delle varietà di mele Red Delicious e Granny Smith**

**Alessia Panarese, Angelo Zanella, Oswald Rossi, Ines Ebner, Stefan Stürz**

Centro di Sperimentazione Laimburg

Corresponding author: [angelo.zanella@laimburg.it](mailto:angelo.zanella@laimburg.it)

**Parole chiave:** Riscaldamento superficiale, aromi, Red Delicious, Granny Smith, shelf life, conservazione, qualità organolettica

### **Abstract**

La produzione di mele in Alto Adige costituisce un comparto altamente strategico per l'economia locale, tanto che con quasi un milione di tonnellate raccolte annualmente, rappresenta il 50% della produzione nazionale e circa il 12% di quella europea. Tra le varietà maggiormente coltivate in questa regione ad alta vocazione frutticola troviamo dopo 'Golden Delicious' e 'Gala', 'Red Delicious' e 'Granny Smith'. Le ultime due varietà vantano caratteristiche qualitative ed organolettiche molto differenti, inoltre ben si prestano per una conservazione di medio-lungo periodo. 'Red Delicious' dalla spessa buccia rossa e la caratteristica forma allungata è caratterizzata da un buon grado zuccherino, polpa fondente e bassa acidità. L'aroma si distingue per i sentori di fragola, con note di latte di mandorla. 'Granny Smith' invece, dalla buccia di colore verde intenso, ha una buona compattezza della polpa, basso grado zuccherino ed elevata acidità. L'aroma dalle note erbacee si accompagna a spiccati sentori di citronella. Nell'ambito di uno studio triennale preliminare, le differenze varietali sono state rilevate sia dal punto di vista qualitativo-organolettico sia attraverso un'approfondita analisi delle componenti volatili tramite gascromatografia con rilevatore a ionizzazione di fiamma (FID), che offre il vantaggio di una identificazione e quantificazione accurate e ripetibili di circa 25 composti volatili specifici per la mela. Entrambe le varietà sono state raccolte ad uno stadio di maturazione ideale per una conservazione di medio-lungo periodo e conservate per 7 mesi in cella frigo a 1.3 °C con atmosfera controllata a bassi regimi di ossigeno (Ultra Low Oxygen – ULO), 1 % O<sub>2</sub> e 1.3 % (1.8 % per 'Red Delicious') CO<sub>2</sub> a cui è seguito un periodo di 7 giorni di shelf life a 20 °C (75 % RH). Sono stati inoltre monitorati danni di natura fisiologica, come il riscaldamento superficiale a cui ambo le varietà sono estremamente suscettibili, ed eventuali danni interni, come l'imbrunimento della polpa e/o del cuore carpellare.

Scopo del presente lavoro è quello di avere una buona base conoscitiva di partenza di queste due importanti varietà al fine di investigare ulteriormente gli effetti di diverse tecnologie di conservazione per poter valorizzarne al meglio le caratteristiche qualitativo-organolettiche riducendo al minimo le perdite durante la filiera produttiva. Desideriamo indagare a fondo non solo gli effetti del trattamento con 1-MCP, utile nel contenimento del riscaldamento superficiale ma dall'impatto notoriamente inibitorio sullo sviluppo delle componenti volatili, bensì anche quelli dei regimi di conservazione "estremi", ai limiti dell'ipossia, sul metabolismo fermentativo delle due varietà. Verranno inoltre testate alcune strategie di post-conservazione per favorire il naturale sviluppo delle componenti aromatiche a cui seguiranno delle sessioni di degustazione effettuate da un panel esperto. Questa indagine verrà svolta nell'ambito di un progetto di tesi di dottorato.

## **Effetto del trattamento termico con microonde sulla qualità postraccolta di uva da tavola**

**De Chiara Maria Lucia Valeria<sup>1</sup>, De Simone Nicola, Spano Giuseppe, Amodio Maria Luisa, Colelli Giancarlo**

<sup>1</sup>Università di Foggia, Dip. di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria, Foggia

Corresponding author: [maria.dechiara@unifg.it](mailto:maria.dechiara@unifg.it)

**Parole chiave:** Uva da tavola, *Botrytis cinerea*, postraccolta, trattamenti termici, sostenibilità

### **Abstract**

L'uva da tavola è caratterizzata da alta suscettibilità allo sviluppo di muffe e marciumi nel corso della conservazione postraccolta e della commercializzazione, perlopiù dovuti alla presenza e sviluppo di *Botrytis cinerea*. L'applicazione di microonde sul prodotto pronto per l'utilizzo può rappresentare un'alternativa all'utilizzo di sostanze chimiche per il trattamento di questo prodotto, finalizzata ad aumentare la sostenibilità del processo. Tuttavia, la necessità di mantenere intatta la freschezza del prodotto rende necessario uno studio approfondito di questa tecnologia. È stato messo a punto un *Central Composite Design* (CCD), che ha previsto l'applicazione di 10 combinazioni tempo di trattamento/potenza (Trattamento 1 (T1): 0 s/265W; T2: 14s/100W; T3: 47s/32W; T4: 14s/430W; T5:80s/100W; T6: 47s/265W; T7: 47s/265W; T8: 47s/498W; T9: 94s/265W; T10: 80s/430W) con l'obiettivo di individuare le energie massime applicabili al prodotto fresco senza che si manifestino effetti negativi sulla sua qualità. I risultati del CCD hanno mostrato che all'aumentare dell'energia totale di radiazione microonde il prodotto subisce un danno sempre maggiore, che determina un peggioramento della qualità organolettica per energie superiori a 8000 KJ, sia in presenza che in assenza di inoculo con una soluzione  $10^6$  log CFU/g di *B. cinerea*. L'aumento della temperatura è progressivo ma non proporzionale all'aumento dell'energia totale prevista dal trattamento, inoltre è stata osservata una distribuzione molto eterogenea del calore sul campione. I parametri chimico-fisici, tuttavia, non hanno mostrato differenze significative, per tale ragione sono stati selezionati per le successive prove in presenza o meno di packaging i trattamenti migliori dal punto di vista sensoriale: 14s/100W e 80s/100W, per i quali era stata osservata anche una leggera riduzione della carica batterica mesofila totale, pari a 0.2 log e 0.6 log rispettivamente, rispetto al controllo non trattato. I racimoli di uva (100 g) sono stati dunque sottoposti al trattamento prima o dopo il confezionamento in buste in polipropilene e, successivamente, conservati a 5 °C per 14 giorni. Nel corso della conservazione sono state effettuate valutazioni chimico-fisiche, microbiologiche ed organolettiche. Alla fine del periodo di stoccaggio, il campione sottoposto al trattamento T5 (80s/100W) e successivamente confezionato ha mostrato un aspetto esteriore migliore rispetto agli altri trattamenti ed al controllo, mantenendo tuttavia un livello di carica batterica mesofila intermedio tra quello del controllo e quello dell'altro trattamento selezionato (T2: 14s/100w), senza comunque mostrare differenze significative in termini di qualità nutrizionale. L'individuata combinazione tra tempo di trattamento e potenza microonde fornita al campione nel corso delle prove descritte va dunque a rappresentare un buon punto di partenza per ulteriori sperimentazioni finalizzate all'individuazione di un trattamento *mild* con microonde finalizzato al miglioramento della qualità di uva da tavola in postraccolta.

## **SESSIONE 3**

### **FLORICOLTURA E VIVAISMO**

*Chairman:* Alice Trivellini (UniPI)

## **Profilo fitonutrizionale e aromatico di fiori commestibili di *Tulbaghia simmleri* Beauv. durante la conservazione a freddo**

**Ilaria Marchioni<sup>1</sup>, Basma Najar<sup>1,2</sup>, Benedetta Ferri<sup>2</sup>, Andrea Copetta<sup>3</sup>, Barbara Ruffoni<sup>3</sup>, Luisa Pistelli<sup>2</sup>, Laura Pistelli<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>Università di Pisa, Dip. Scienze Agrarie Alimentari e Agro-ambientali, Pisa (PI)

<sup>2</sup> Università di Pisa, Dip. Farmacia, Pisa (PI)

<sup>3</sup>CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo (IM)

<sup>4</sup>Università di Pisa, Centro Interdipartimentale di Ricerca Nutraceutica e Alimentazione per la Salute, Pisa (PI)

Corresponding author: [Laura.pistelli@unipi.it](mailto:Laura.pistelli@unipi.it)

**Parole chiave:** Fiori eduli, composti aromatici volatili, metaboliti secondari, attività antiossidante e enzimatica, postraccolta

### **Abstract**

I fiori commestibili (o eduli) arricchiscono la cucina tradizionale di molti Paesi, conferendo sapori e aromi unici a varie preparazioni culinarie. La loro affermazione nel mercato odierno è da attribuirsi anche al loro elevato valore estetico, accompagnato da importanti proprietà nutrizionali e antiossidanti. I fiori di *Tulbaghia simmleri* Beauv. (fam. Amaryllidaceae) sono caratterizzati da un leggero gusto agliaceo che li rende interessanti sia come prodotto fresco, sia come prodotto essiccato. Nel primo caso, sono piuttosto longevi se conservati a 4-5 °C, dal momento che mantengono, quasi del tutto inalterate, le proprie caratteristiche estetiche e morfologiche fino ad un massimo di 7-8 giorni dalla raccolta. L'obiettivo di questo lavoro è stato quello verificare se la conservazione a 4 °C possa incidere o meno sulla qualità visive, nutrizionale e aromatica dei fiori di *T. simmleri* dopo 2 (T2) e 6 (T6) giorni dalla raccolta. I fiori appena raccolti (T0) sono stati considerati come controllo. L'analisi effettuata con un colorimetro ha evidenziato che i fiori al T6 perdono luminosità e diventano più scuri, determinati dal significativo aumento della coordinata  $a^*$  e diminuzione della  $b^*$  rispetto al T0. Il contenuto di polifenoli totali e flavonoidi totali rimane invariato fino alla fine dell'esperimento, mentre la concentrazione degli antociani totali aumenta al T2 e rimane invariato fino al T6. Ciononostante, l'attività antiossidante dei fiori (DPPH assay) si riduce all'aumentare dei giorni di conservazione a 4°C. L'attività degli enzimi catalasi (CAT) e ascorbato perossidasi (APX) aumenta significativamente al T6, dimostrando la necessità di contrastare l'effetto negativo delle specie reattive dell'ossigeno (ROS). Il profilo aromatico è stato analizzato mediante HS-SPME associato alla GC-MS. I fiori freschi (T0) sono caratterizzati da elevate quantità di monoterpeni totali (circa l'80%) con il 1,8 cineolo (monoterpene ossigenato) come maggior rappresentante (53,1%). La conservazione a 4 °C dei fiori riduce questa classe di composti volatili, mentre aumentano i sesquiterpeni e i non terpeni (nt); tra questi, il massimo rappresentante è costituito dal benzyl benzoato (nt), che raggiunge il 12% .

## **Influenza dell'applicazione fogliare in preraccolta di un biostimolante ottenuto da sottoprodotti dell'industria ittica sulla qualità di steli recisi di *Ranunculus asiaticus*.**

**Matteo Caser<sup>1</sup>, Andrea Ertani<sup>1</sup>, Simona Gervasio<sup>2</sup>, Nicole Melanie Falla<sup>1</sup>, Sonia Demasi<sup>1</sup>, Carlo Bertelli<sup>2</sup>, Chiara Bertora<sup>1,3</sup>, Valentina Scariot<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO)

<sup>2</sup>Charta srl Services and systems for the territory and environmental history, Dipendenze del palazzo Doria, vc. alla Chiesa della Maddalena 9/2, 16124, Genova

<sup>3</sup>Uptofarm srl, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO)

Corresponding author: [matteo.caser@unito.it](mailto:matteo.caser@unito.it)

**Parole chiave:** fiore reciso, idrolizzato proteico, metabolismo secondario, ranuncolo

### **Abstract**

Il regolamento UE 2019/1009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019 disciplina l'idoneità dei sottoprodotti all'uso sia come fertilizzanti sia come biostimolanti. Nel contesto dell'economia circolare, i sottoprodotti generati dall'industria ittica potrebbero essere una valida risorsa per la coltivazione di prodotti ortofloricoli con alto valore aggiunto. In seguito ad idrolisi mediante proteasi, gli idrolizzati proteici ottenuti dagli scarti dei pesci risultano ricchi di proteine, grassi e amminoacidi, caratteristiche che li rendono ottimi candidati come biostimolanti. In questo studio, un prototipo di idrolizzato proteico (nominato FiSH n.7), sviluppato nell'ambito del progetto FiSH (<https://test.progettofish.cf/>), è stato applicato nella coltivazione fuori suolo di *Ranunculus asiaticus* 'Giallo 21-10 Elegance' al fine di valutarne gli effetti sulla produzione e qualità post-raccolta di fiori recisi. A partire da 78 giorni dopo il trapianto dei rizomi (DAT), fino alla fine della fioritura (150 DAT), le piante di ranuncolo sono state trattate settimanalmente, mediante nebulizzazione sulla chioma, con FiSH n.7 alla concentrazione di 0,3, 0,5 e 1 mL L<sup>-1</sup>; sono state condotte parallelamente due tesi di controllo, una con l'applicazione di un prodotto commerciale, FISHMIX (Biobizz), alla concentrazione di 2 mL L<sup>-1</sup>, l'altra con acqua deionizzata. Sono state quindi valutate la produzione giornaliera di fiori e le loro dimensioni, la longevità in postraccolta e l'assorbimento giornaliero di acqua dei fiori recisi. Alla raccolta degli steli, le foglie sono state inoltre analizzate per la quantificazione di clorofille e carotenoidi. Complessivamente, i trattamenti non hanno influenzato i tratti biometrici mentre hanno influito su alcuni parametri durante la fase di post-raccolta. FiSH n.7 a 0,5 mL L<sup>-1</sup> ha indotto un aumento della vita in vaso (15,8 giorni) rispetto al controllo (12,5 giorni). Mentre alla concentrazione di 1 mL L<sup>-1</sup> ha indotto un assorbimento d'acqua giornaliero significativamente superiore rispetto al controllo con e senza FISHMIX (rispettivamente 10,10 mL, 5,96 mL e 5,76 mL). Lo stesso trattamento ha comportato anche un maggiore contenuto di clorofille totali e carotenoidi nelle foglie. Con l'obiettivo di valutare possibili effetti sul metabolismo secondario della pianta, sono stati inoltre valutati il contenuto totale di polifenoli e l'attività antiossidante (test FRAP) nei petali dei fiori completamente aperti. I risultati hanno mostrato che il trattamento con FiSH n.7 a 0,5 mL L<sup>-1</sup> ha indotto un aumento significativo di entrambi i parametri rispetto alle piante trattate con FISHMIX (~ +70%) e, solo per l'attività antiossidante, anche rispetto al controllo con acqua (~ +120%). Sulla base dei promettenti risultati ottenuti durante la sperimentazione, sono in corso nuove prove con quattro nuovi idrolizzati proteici sviluppati a partire da FiSH n.7.

## **‘Bent-neck’ (collo piegato) nelle rose: problematiche e meccanismi**

**Bianca Lear<sup>1</sup>, Matthey Casey<sup>1</sup>, Tony Stead<sup>1</sup>, Hilary Rogers<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Royal Holloway, University of London, Egham, Surrey (UK)

<sup>2</sup>School of Biosciences, Cardiff University, Cardiff (UK)

Corresponding author: [rogershj@cardiff.ac.uk](mailto:rogershj@cardiff.ac.uk)

**Parole chiave:** Rosa, Fisiologia, Fiore, Senescenza, Trascrittomica

### **Abstract**

Il fiore della rosa ha una durata breve, creando problemi sia per la filiera che per il consumatore. La durata nel vaso può essere compromessa da diversi tipi di sintomi, inclusa la senescenza prematura che si manifesta con l'abscissione dei petali. Il fenomeno del 'bent neck' (collo piegato) è una sindrome di post-raccolta che si manifesta nelle rose con una piegatura dello stelo che impedisce l'apertura del bocciolo. Al livello fisiologico, si ipotizza che questa sindrome sia legata ad occlusioni dello stelo con blocco del trasporto idrico e che potrebbe essere associata ad una contaminazione batterica dell'acqua nel vaso. Tuttavia, tale associazione non è stata finora dimostrata; inoltre, è stata evidenziata una variabilità significativa sia nella percentuale di steli affetti da 'bent neck' tra diverse varietà che tra singoli steli nello stesso vaso. Nel presente studio, la sindrome del 'bent neck' è stata studiata sia a livello fisiologico che trascrittomico. L'aggiunta di batteri e lieviti al vaso inducono il 'bent neck' aumentandone la frequenza in proporzione all'incremento del livello di microrganismi aggiunti, ma con effetti diversi nelle due varietà. L'analisi trascrittomico dello stelo a due gradi di inflessione ha mostrato cambiamenti nell'espressione di geni coinvolti in numerose vie metaboliche e di fattori di trascrizione. In particolare, durante il progresso del 'bent neck' l'espressione di geni che codificano per le aquaporine diminuisce mentre si attiva quella di geni relativi all'autofagia. Questi cambiamenti nell'espressione genica sono coerenti con un difetto del trasporto idrico che induce una morte cellulare nei tessuti dello stelo favorendone il piegamento.

## Le nanospugne e il CPPU per il prolungamento della *shelf-life* del garofano reciso

**Luca Battisti<sup>1</sup>, Fabrizio Caldera<sup>2</sup>, Francesco Trotta<sup>2</sup>, Marco Devecchi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>CPS, Università degli Studi di Torino, Lungo Dora Siena, 100/A - 10153 Torino (TO)

<sup>2</sup>CHIMICA, Università degli Studi di Torino, Via P. Giuria, 9 - 10125 Torino (TO)

<sup>3</sup>DISAFA, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO)

Corresponding author: [luca.battisti@unito.it](mailto:luca.battisti@unito.it)

**Parole chiave:** nanospugne; Forchlorfenuron; carnation

### Abstract

Le nanospugne possono favorire il rilascio graduale di molecole in un tempo prolungato, aumentando la biodisponibilità e l'azione di sostanze conservanti e fitoregolatori, riducendo le concentrazioni solitamente adottate. In floricoltura, sono state precedentemente proposte per la veicolazione di composti anti-etilene al fine di migliorare la *shelf-life* dei fiori recisi. Tuttavia, le potenzialità delle nanospugne non si limitano solamente a tali composti. Il presente studio ha valutato gli effetti delle nanospugne a base di  $\beta$ -ciclodestrina e di regolatori di crescita sulla longevità post-raccolta dei fiori recisi di specie ornamentali. Una novità è rappresentata dall'utilizzo del Forchlorfenuron (CPPU), regolatore di crescita appartenente al gruppo delle citochinine prevalentemente utilizzato in frutticoltura, valutandone le potenzialità di incremento della *shelf-life* dei garofani recisi (*Dhiantus caryophyllus*). Le nanospugne testate sono state prodotte polimerizzando la  $\beta$ -ciclodestrina con agenti reticolanti, quali la dianidride piromellitica e 1,1'-carbonildiimidazolo. Il caricamento del CPPU nelle nanospugne è stato eseguito successivamente alla sintesi e purificazione delle nanospugne. I complessi CPPU/nanospugne sono stati caratterizzati mediante diverse tecniche analitiche, tra cui spettroscopia infrarossa, analisi elementare CHNS, analisi termogravimetrica e diffrazione a raggi X su polveri. Mentre, il contenuto di CPPU nei complessi ottenuti è stato quantificato mediante estrazioni con solvente e analisi HPLC. Nello specifico, per quanto riguarda la longevità post-raccolta, i trattamenti hanno previsto l'utilizzo di: acqua deionizzata; nanospugne e acqua deionizzata; nanospugne caricate con il CPPU; nanospugne caricate con una soluzione classica per fiori recisi, composta da saccarosio, solfato d'alluminio e 8-idrossichinolina solfato. I risultati preliminari mostrano come il complesso nanospugna e acqua deionizzata ed il complesso nanospugna e soluzione classica hanno prolungato la longevità del fiore reciso fino a 20 giorni, rispetto al controllo (17 giorni). Il complesso CPPU-nanosponge ha invece mostrato risultati simili al controllo. Si rende necessaria una replicazione della ricerca per validare i risultati.

## Qualità postraccolta dei rizomi di *Iris pallida*

**Annalisa Meucci<sup>1</sup>, Rita Maggini<sup>2</sup>, Giorgiana Chietera<sup>3</sup>, Fernando Malorgio<sup>2</sup>, Beatrice Pezzarossa<sup>4</sup>, Anna Mensuali<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Scuola Superiore Sant'Anna (PI)

<sup>2</sup> Dip.Sc.Agrarie, Alimentari ed Agroambientali, Università di Pisa (PI)

<sup>3</sup> LMR Naturals by IFF (International Flavors & Fragrances SAS) Grasse, France.

<sup>4</sup> Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), CNR (PI)

Corresponding author: [annalisa.meucci@santannapisa.it](mailto:annalisa.meucci@santannapisa.it)

**Parole chiave:** Giaggiolo, metaboliti secondari, ironi, iridali.

### Abstract

La coltivazione del giaggiolo (*Iris* spp) per la produzione dei rizomi è una delle più note e tradizionali produzioni agricole della Toscana. I rizomi vengono usati nell'industria cosmetica e profumiera per la presenza degli ironi, composti chetonici che conferiscono al prodotto il tipico odore di violetta. I rizomi del giaggiolo italiano sono molto apprezzati e richiesti dalle industrie profumiere e cosmetiche. Tra le diverse specie, *Iris pallida* Lam. è quella più pregiata ed odorosa e più ricca in principi attivi profumati. In Toscana le zone tipiche di coltivazione di *Iris pallida* sono situate sui monti del Chianti (S.Polo, Greve, Lamole e Radda) e sulle pendici del Pratomagno (Pian di Scò, Castelfranco di Sopra e Loro Ciuffenna). Al fine di valorizzare la coltivazione dell'*Iris*, è stato intrapreso uno studio congiunto fra l'azienda LMR-IFF sita in Francia, la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali (DiSAAA) dell'Università di Pisa e l'Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET) del CNR di Pisa, con lo scopo di approfondire le diverse fasi della filiera con particolare riferimento alla valutazione degli effetti ambientali sulla coltivazione e al miglioramento di tutte le fasi, dalla produzione e la propagazione alla valorizzazione del prodotto finito. I rizomi vengono raccolti in estate estirpando le piante dopo almeno tre anni di coltivazione e, dopo essere stati sottoposti ad una specifica procedura di preparazione che prevede pulizia ed in alcuni casi anche sbucciatura e affettatura, vengono conservati freschi e asciutti per altri tre anni, finché gli oli essenziali a cui si deve il caratteristico profumo di violetta non iniziano a sprigionarsi. Ai fini della valorizzazione commerciale della produzione di rizomi risulta essenziale la qualità del materiale al momento della raccolta. La qualità del rizoma è determinata essenzialmente dal pool di precursori (soprattutto iridali) presente nei tessuti del rizoma ed è infatti questo parametro a condizionare la successiva resa in ironi, i caratteristici composti aromatici che si formano per ossidazione lenta durante la conservazione postraccolta. In questo lavoro si riportano i primi risultati dello studio dell'andamento dell'accumulo dei precursori nei rizomi, è stato infatti quantificato il contenuto di composti aromatici (iridali totali), tramite cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) in due cultivar di *Iris pallida*, 'Victorine' e 'Pruneti' dopo tre anni di coltivazione e dopo un anno dall'impianto dei nuovi rizomi nelle due aree di origine delle cultivar, Pisa e San Polo in Chianti (FI). È stato inoltre indagato il contenuto di ironi in rizomi delle due cultivar sottoposti ad un mese di ossidazione a 40°C, al fine di valutarne le effettive tempistiche di accumulo. I risultati mostrano differenze significative fra le due cultivar e nelle diverse aree di coltivazione mentre il contenuto di precursori appare già elevato dopo un anno di accrescimento del rizoma. Lo studio condotto sul contenuto di ironi, che evidenzia la loro presenza nei tessuti già dopo un mese di ossidazione, sarà fondamentale per ridurre le lunghe tempistiche di stoccaggio postraccolta abitualmente riservate al rizoma prima di essere venduto e trasformato nell'industria profumiera.

## Utilizzo di Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) e Effective Microorganisms (EM) nel miglioramento della durata e dell'intensità del colore dei fiori in ibridi di *Trichocereus*, *Echinopsis* e *Chamaecereus*

**Domenico Prisa**

CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT)

Corresponding author: [domenico.prisa@crea.gov.it](mailto:domenico.prisa@crea.gov.it)

**Parole chiave:** Cactus, Batteri benefici, Microrganismi effettivi, Biostimolanti microbici, Rizosfera

### **Abstract**

La rizosfera è un habitat complesso, dove la pianta tramite gli essudati radicali può promuovere la crescita e il metabolismo microbico. Nel suolo infatti si possono trovare un numero notevole di microrganismi che svolgono diverse funzioni. Alcuni sono microrganismi benefici, altri possono causare danni alle piante e alle produzioni agricole. Il termine (PGPR) Plant Growth Promoting Rhizobacteria, introdotto nel 1978 da Kloepper e Schroth, sta ad indicare quei microrganismi che, colonizzando la rizosfera (rizobatteri), promuovono la crescita delle radici e della parte aerea determinando, pertanto, un incremento di sviluppo delle piante. Tra i PGPR più conosciuti si ricordano: *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Streptomyces griseoviridis*, *Burkholderia cepacea*. Nel 1982 il dr. Teruo Higa, professore di agronomia ad Okinawa, in seguito a diverse sperimentazioni riguardanti batteri e funghi utilizzabili in agricoltura, coniò l'acronimo EM dalle iniziali di Effective Microorganisms. I microrganismi EM comprendono una miscela di colture vive di microrganismi, aerobi e anaerobi isolati in natura da suoli fertili, che sono utilizzati durante la coltivazione delle piante e possono avere numerosi benefici sugli esseri umani, gli animali e l'ambiente. I microrganismi EM comprendono batteri lattici, batteri fotosintetici, lieviti e altre tipologie batteriche presenti nei suoli. I batteri dell'acido lattico sono rappresentati da *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* e *Streptococcus lactis*. I batteri fotosintetici da *Rhodospseudomonas palustris* e *Rhodobacter spaeroides*. Inoltre sono presenti *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, *Streptomyces albus* e *Streptomyces griseus*, *Pseudomonas sp.*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp.*, *Mucor hiemalis* per un totale di 85 ceppi che svolgono in collaborazione diverse funzioni. In questa prova sperimentale l'applicazione di PGPR e di EM è stata fatta nel substrato di coltivazione di ibridi di tre generi di cactus, *Trichocereus*, *Echinopsis* e *Chamaecereus* (piante dai fiori straordinari, ma dalla veloce senescenza), al fine di valutare se l'uso di questi microrganismi potesse influenzare la durata e le colorazioni dei fiori. I risultati hanno evidenziato come l'uso di PGPR e di EM possa stimolare in modo significativo lo sviluppo e la velocità di crescita della parte vegetativa e radicale delle piante, la produzione di nuovi polloni e in particolare la durata e la colorazione dei fiori. I fiori delle piante inoculate con PGPR ed EM sono durati mediamente 12 e 10 ore in più, rispetto alle piante non trattate. Si evidenzia inoltre un incremento delle colorazioni dei fiori, in particolare delle tonalità fucsia e rosa delle piante inoculate, come risulta sia dalla osservazione visiva che da misurazioni colorimetriche (spettrocolorimetro per immagini Xrite). Sebbene gli effetti positivi dell'inoculazione di microrganismi benefici dipendano da molti fattori quali temperatura, tipo di suolo, struttura della popolazione indigena residente, genotipo della pianta ospite, fertilizzazione, è evidente come il loro impiego rappresenti la strada maestra per sviluppare un'agricoltura più rispettosa dell'ambiente migliorando allo stesso tempo alcuni aspetti importanti per la qualità delle specie da fiore.

## **Aumentare la longevità di fiori recisi di *Ranunculus asiaticus* L. mediante trattamenti esogeni con melatonina**

**Alice Trivellini<sup>1</sup>, Antonio Ferrante<sup>2</sup>, Anna Mensuali<sup>1</sup>, Luca Incrocci<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Scuola Superiore Sant'Anna (PI),

<sup>2</sup>Università di Milano, DiSAA, (MI)

<sup>3</sup>Università di Pisa, DiSAAa (PI)

Corresponding author: [antonio.ferrante@unimi.it](mailto:antonio.ferrante@unimi.it)

**Parole chiave:** Vase life, fisiologia post-raccolta, TDZ, senescenza

### **Abstract**

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 l'elemento trainante per il successo commerciale di questi prodotti. La qualità delle piante ornamentali è determinata dall'interazione di un complesso di fattori che contribuiscono a esprimere l'aspetto estetico (forma, dimensioni, colore dei fiori e delle foglie e assenza di danni meccanici) ma anche dalla capacità di conservare le caratteristiche ornamentali. Pertanto, la durata post-raccolta è di cruciale importanza nel determinare il valore di una coltura ornamentale ed è intimamente legata agli accorgimenti tecnologici predisposti durante le fasi della filiera. Nel caso dei fiori recisi, questi vengono, infatti, separati dalle radici, comportando un distacco dalla pianta madre, e ciò comporta un allontanamento dalle condizioni ottimali dell'ambiente di crescita innescando una serie di alterazioni fisiologiche che causa un'accelerazione del processo di senescenza. Per mantenere il più a lungo possibile le performance qualitative dei fiori recisi, ricordiamo che si tratta di prodotti freschi e metabolicamente attivi quindi estremamente deperibili, assume grande rilevanza un'attenta gestione della filiera post-raccolta, per esempio, attraverso l'utilizzo di pre-trattamenti chimici per prevenire gli stress indotti dalle fasi post-raccolta e rallentare il tasso di deterioramento del prodotto. Il ranuncolo (*Ranunculus asiaticus* L.) specie appartenente alla famiglia delle Ranunculaceae, è un importante fiore reciso nell'area mediterranea con un ruolo importante nel mercato dei fiori recisi in Italia, molto apprezzato per creare composizioni floreali grazie ai suoi fiori multipli, grandi e colorati. Le maggiori criticità post-raccolta che compromettono il valore commerciale di questo fiore reciso sono riconducibili a fenomeni di alterazione cromatica che si realizzano precocemente a carico delle foglie (ingiallimento), e successivamente interessano i fiori e i suoi petali (appassimento e abscissione). Essendo il deterioramento qualitativo di questo fiore reciso strettamente associato allo stato fisiologico e sanitario delle foglie, l'attività di sperimentazione ha testato l'efficacia di un noto composto anti-ingiallimento il thidiazuron (derivato della fenilurea con azione citochinino-simile) e di un "nuovo" fitormone ad azione antiossidante, la melatonina (con un ruolo centrale nella regolazione delle risposte vegetali in situazioni di stress) nel migliorare le performance qualitative nelle condizioni post-vendita. L'influenza dei trattamenti sulla qualità degli steli recisi dopo la raccolta è stata valutata monitorando per 15 giorni marcatori caratteristici dell'avanzamento del processo di senescenza della foglia in questa tipologia di prodotto. Ringraziamento: le attività sono finanziate dalla Regione Liguria tramite il Psr 2014-2020, misura 16.1 "Ottimizzazione della programmazione della fioritura e della conservazione post-raccolta di alcune specie da fiore reciso di interesse per la Riviera Ligure di Ponente" – Ottiprogram.

## **Effetto dell'utilizzo di sedimenti marini dragati e fitorimmediati come componenti di substrati sulla qualità di specie ornamentali**

**Daniele Bonetti<sup>1</sup>, Maria Castellani <sup>2</sup>, Maurizio Antonetti<sup>1</sup>, Domenico Prisa<sup>1</sup>, Gianluca Burchi<sup>1</sup>, Stefania Nin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT)

<sup>2</sup>Università della Tuscia, Viterbo

Corresponding author: [stefania.nin@crea.gov.it](mailto:stefania.nin@crea.gov.it)

**Parole chiave:** lauroceraso, protea, calla, sedimenti marini, substrati

### **Abstract**

Questa ricerca, realizzata nell'ambito del progetto LIFE 17 ENV/IT/000347 - SUBSED, ha avuto lo scopo di convertire un rifiuto (un sedimento marino dragato e bonificato) in una risorsa (un substrato commerciale), attraverso l'applicazione di tecniche sostenibili sia dal punto di vista ambientale che da quello economico, con l'obiettivo di valutare gli effetti del suo utilizzo sulla produttività e sulla qualità del prodotto finale. Il sedimento trattato (ST) è stato impiegato su tre tipologie di piante ornamentali e da fiore coltivate in fuori suolo: la protea (*Protea cynaroides* cv. 'Little Prince'), specie esotica da vaso fiorito; il lauroceraso (*Prunus laurocerasus* cv. 'Novita'), una delle specie ornamentali da esterno più importanti dal punto di vista commerciale per il settore vivaistico italiano; la calla (*Zantedeschia aethiopica*), di grande importanza economica mondiale come fiore reciso. Il sedimento è stato miscelato con substrati tradizionali a base di torba e fibra di cocco in varie proporzioni (0%, 25% e 50%) per la coltivazione in coltura protetta fuori suolo delle suddette specie in diverse aziende di Flora Toscana. I rilievi effettuati hanno riguardato numerosi parametri morfologici e fisiologici sia di carattere produttivo che qualitativo: in particolare, in questo lavoro si riportano gli effetti dell'utilizzo di substrati a base di sedimento marino fitorimmediato sulla qualità delle produzioni al momento della commercializzazione. La qualità della protea, valutata relativamente alla lunghezza dello stelo del fiore principale, al numero di capolini per vaso e al colore delle foglie, è risultata significativamente più elevata nel testimone (piante allevate su substrato a base di torba) rispetto alle piante coltivate su substrati contenenti diverse concentrazioni di sedimento trattato (ST 0% > ST 25% > ST 50%). Di contro, i rilievi qualitativi (sviluppo vegetativo, biomassa e area fogliare) delle piante di lauroceraso hanno evidenziato che si possono ottenere piante di eccellenza anche utilizzando il sedimento fitorimmediato come costituente del substrato di coltivazione in sostituzione della torba e della fibra di cocco nella porzione variabile tra il 25 e il 50%. Infine, dai rilievi eseguiti su calla (lunghezza dello stelo e dello spadice) è emersa una tendenza opposta a quella evidenziata per la coltivazione di protea, con valori qualitativi che crescono all'aumentare del contenuto di sedimento nel substrato (ST 50% > ST 25% > ST 0%). La longevità post raccolta e il colore dei fiori di calla non sono stati invece influenzati dalla composizione del substrato. In conclusione, il sedimento fitorimmediato può essere utilizzato con successo come costituente di un substrato di coltura in sostituzione di torba e cocco, in proporzione variabile tra il 25 e il 50%, per la coltivazione di lauroceraso e calla. Tale matrice risulta invece non idonea per la coltivazione del vaso fiorito di protea, specie che predilige terreni con un pH acido, un basso contenuto di argilla e bassi livelli nutritivi, in particolare di fosforo.

## Possibili strategie per prolungare la qualità postraccolta di ranuncolo e peonia

Viviana Cavallaro<sup>1</sup>, Giulia Franzoni<sup>1</sup>, Carla Colombani<sup>1</sup>, Giacomo Cocetta<sup>1</sup>, Antonio Ferrante<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Milano, Via G. Celoria 2, 20133 Milano, Italia

Corresponding author: [viviana.cavallaro@unimi.it](mailto:viviana.cavallaro@unimi.it)

**Parole chiave:** Conservazione, *vase life*, *Ranunculus asiaticus* L., *Paeonia lactiflora* L.

### Abstract

La qualità dei fiori recisi dipende dal materiale vegetale, da fattori preraccolta (come condizioni pedoclimatiche, tecniche di coltivazione, gestione dell'acqua) e dalle condizioni di conservazione in fase di postraccolta. Nell'ambito del progetto finanziato dalla Regione Liguria «Ottiprogram» si stanno studiando possibili strategie per migliorare la conservazione di diversi fiori di fondamentale importanza commerciale, tra cui il ranuncolo (*Ranunculus asiaticus* L.), la cui durata in vaso appare principalmente influenzata dalla biosintesi di etilene, e la peonia (*Paeonia lactiflora* L.), la cui maturità delle gemme, con le loro riserve di zuccheri alla raccolta, condiziona notevolmente la durata e la qualità postraccolta. In questo lavoro, dieci steli di ranuncolo per ogni tesi sono trattati per 24 ore con acqua (controllo), Thidiazuron 10 µM (TDZ 10 µM – fenilurea ad azione citochinino-simile), 1-metilciclopropene (1-MCP 500 ppb – inibitore dell'azione dell'etilene) e 1-MCP + TDZ 10 µM. I fiori sono poi conservati in acqua a 20 °C e sono valutati con analisi in vivo (perdita di peso percentuale, fluorescenza della clorofilla a, livelli di clorofilla e azoto fogliare) e analisi distruttive (dosaggio di clorofilla a + b, carotenoidi, fenoli e antociani a livello fogliare) a diversi tempi dal trattamento (1, 7, 12 e 14 giorni). Lo stato di salute del fiore - ingiallimento fogliare, perdita di petali, segni di senescenza – è valutato giornalmente. I dati ottenuti dimostrano la potenzialità dei trattamenti di prolungare la vita postraccolta del fiore di circa 3-5 giorni, portando anche ad una minore perdita di peso fresco e ritardando la perdita di petali. Ciononostante, il solo utilizzo di 1-MCP non evidenzia anche una ritardata senescenza fogliare, diversamente dai trattamenti che prevedevano la presenza di TDZ 10 µM. Per quanto riguarda la peonia, sono in corso prove di conservazione di lunga durata in cui, oltre alle basse temperature, sono testati diversi trattamenti postraccolta. In particolare, dopo aver valutato le caratteristiche quantitativo-qualitative iniziali con analisi in vivo (fluorescenza della clorofilla a, livelli di clorofilla e azoto fogliare) e distruttive (dosaggio di clorofilla a + b, carotenoidi, zuccheri totali, nitrati, fenoli e antociani a livello fogliare) dodici fiori per tesi sono trattati per 24 ore a 4 °C con acqua (controllo), TDZ 10 µM, 1-MCP, glicerolo 10 mM (Gli 10 mM) e TDZ 10 µM + Gli 10 mM + 1-MCP. Alla fine del trattamento gli steli sono conservati a 4 °C in acqua. Dopo quindici giorni, un primo gruppo di fiori è conservato in acqua a 20 °C e valutato per le caratteristiche quantitativo-qualitative a diversi tempi (0, 7, 12 e 14 giorni). Lo stesso procedimento è svolto per un secondo gruppo di fiori dopo un mese dai trattamenti. La valutazione dei possibili benefici di questi trattamenti sul prolungamento della vita in vaso delle peonie ha il fine soprattutto di aumentare la disponibilità di questo fiore sul mercato.

## **Applicazione di antitraspiranti sulle foglie per migliorare la qualità di piante ornamentali soggette a trasporto a media e lunga distanza in container refrigerato**

**Lisetta Ghiselli, Daniele Bonetti, Domenico Prisa, Stefania Nin, Gianluca Burchi**

CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT)

Corresponding author: [gianluca.burchi@crea.gov.it](mailto:gianluca.burchi@crea.gov.it)

**Parole chiave:** Trasporto, Fisiologia, Senescenza, Antitraspiranti, Temperatura

### **Abstract**

La presente ricerca è stata svolta nell'ambito del Progetto In.Tra.Viva, finanziato dalla Regione Toscana, con l'obiettivo di migliorare le condizioni di trasporto a lunga distanza (fino a 6 settimane) delle piante ornamentali prodotte nei vivai del comprensorio pistoiese. Il mantenimento della qualità delle piante ornamentali in vaso è condizione fondamentale per il loro successo commerciale. I principali parametri di qualità per le piante in vaso da foglia sono rappresentati dalle dimensioni e dal verde delle foglie. Quando le piante vengono trasferite in magazzini o in container, subiscono un forte stress e l'attività fotosintetica può venire ridotta o compromessa. Tra i disturbi più comuni abbiamo la perdita di colore e l'ingiallimento delle foglie, la filloptosi e lo sviluppo di funghi. Sono stati testati due nuovi prodotti antitraspiranti biodegradabili, da distribuire sulla parte aerea della pianta, a confronto con uno commerciale (Vaporgard) su 6 specie: acero (*Acer palmatum*), cipresso (*Cupressocypari leylandii*), ligustro (*Ligustrum ionandrum*), olivo (*Olea europaea*), viburno (*Viburnum tinus*) e nandina (*Nandina domestica*). La sperimentazione è stata condotta in diverse stagioni, in celle frigo o in container refrigerati per simulare le condizioni di trasporto. Le piante sono state monitorate all'inizio del trasporto simulato e dopo 2, 4 e 6 settimane di conservazione in cella o in container mediante rilievi sul colore e sulla filloptosi delle foglie, analisi del contenuto di clorofilla A e B, carotenoidi, fenoli e MDA (Malondialdehyde). Olivo e cipresso sono risultati estremamente tolleranti alle condizioni di conservazione ( $T^{\circ}=8-12^{\circ}\text{C}$ ) anche per lunghi periodi. L'acero, al contrario, è risultato più sensibile al trasporto a media e lunga distanza, con una elevata percentuale di foglie cadute o marcite sia in primavera che in estate, a prescindere quindi dalla normale perdita delle foglie nei mesi autunnali. I trattamenti con antitraspiranti non hanno mostrato effetti particolarmente evidenti sulle piante mantenute al buio in cella frigorifera o in container per periodi anche di 2 mesi. Pure nei casi riscontrati di totale o parziale perdita delle foglie (in acero, in tutte le stagioni, e in nandina, in primavera), è stato comunque evidenziato un recupero ottimale dello sviluppo vegetativo una volta che le piante di tali specie sono state ricollocate in coltivazione in pieno campo. L'antitraspirante Vaporgard ha determinato un miglioramento della lucentezza delle foglie in alcune specie, in particolare in cipresso e, a seguire, in viburno e ligustro. È molto importante evitare di bagnare le piante in prossimità del momento del carico del container: sarebbe bene irrigarle un paio di giorni prima in modo che l'acqua in eccesso abbia modo di percolare. È verosimile ritenere che le piante delle specie considerate non siano soggette a particolari stress, se trasportate per lunghi periodi (fino a 6 settimane) al buio ed in assenza di approvvigionamenti idrici qualora siano soddisfatte le condizioni ottimali di  $T^{\circ}$  e di UR dell'aria nel container. Piuttosto, i danni spesso segnalati su tali produzioni potrebbero essere da imputare a livelli di  $T^{\circ}$  e UR, sia dell'aria che del substrato di coltivazione, non ottimali al momento del carico e durante il trasporto, dovuti quindi ad incuria del vivaista o del trasportatore.



## **SESSIONE 4**

### **PRODOTTI DI IV GAMMA**

*Chairman:* Giacomo Cocetta (UniMI)

## Utilizzo del coating edibile a base di carbossimetilcellulosa, alginato di sodio, acido citrico ed ossalico per estendere la shelf-life della pera 'Williams' di IV gamma

**Anna Magri<sup>1,2</sup>, Nicola Landi<sup>1</sup>, Antimo Di Maro<sup>1</sup>, Milena Petriccione<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Università degli studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta

<sup>2</sup>CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Caserta

Corresponding author: [anna.magri@unicampania.it](mailto:anna.magri@unicampania.it)

**Parole chiave:** IV gamma, sistema antiossidante, trattamento post raccolta, pera, ciclo glutatione-ascorbato

### Abstract

Il pero (*Pyrus communis* L.) è la quinta specie di frutticola più coltivata al mondo. La pera possiede un alto valore nutrizionale con notevoli quantità di zuccheri, minerali, amminoacidi, composti fenolici, fibre alimentari, ma un contenuto calorico inferiore rispetto ad alcuni dei frutti e delle verdure più comuni. La ridotta conservabilità della pera, in particolare della pera tagliata, è un impedimento per la commercializzazione come frutto di IV gamma. Le principali alterazioni qualitative riguardano la perdita di consistenza e l'imbrunimento delle superfici di taglio. I rivestimenti edibili possono essere usati per estendere la durata di conservazione di pere tagliate fresche controllandone la respirazione, la traspirazione o anche i disturbi fisiologici, riducendo così il decadimento generale della qualità. Grazie al loro potenziale di trasportare principi attivi come agenti anti-imbrunenti, antimicrobici o antiossidanti, la durata di conservazione può essere significativamente estesa. Ad oggi sono pochi gli studi che riportano l'impatto dei rivestimenti commestibili sulle caratteristiche qualitative, del sistema antiossidante enzimatico e non di pere in IV gamma durante la frigoconservazione. In questo studio sono stati valutati l'efficacia di un rivestimento edibile composto da carbossimetilcellulosa e alginato di sodio attivato con acido citrico ed ossalico su pera 'Williams' di IV gamma durante 10 giorni di frigoconservazione a 2 °C. In particolare, nella pera trattata si osserva un minor decadimento qualitativo, che risulta, invece, molto marcato nel controllo con un aumento del contenuto di zuccheri e una diminuzione dell'acidità. Inoltre, la pera trattata mostra un maggior contenuto di polifenoli, flavonoidi, acido ascorbico e attività antiossidante rispetto al controllo. La catalasi e la superossido dismutasi risultano maggiormente attive nel campione trattato, con una bassa concentrazione di perossido di idrogeno, così come gli enzimi del ciclo glutatione-ascorbato, ciò indica che l'applicazione del coating attiva e conserva le attività degli enzimi antiossidanti e ciò contribuisce al prolungamento della shelf-life della pera di IV gamma. Mentre, l'attività della polifenolossidasi risulta essere 3 e 6 volte più elevata nei campioni di controllo rispetto a quelli trattati dopo 5 e 10 giorni di frigoconservazione, mentre l'attività della guaiacolo perossidasi risulta raddoppiata, ad indicare un'accelerazione del decadimento qualitativo dei campioni non trattati. Il danno cellulare dovuto allo stress ossidativo nei campioni controllo è confermato anche dall'incremento della quantità di malondialdeide. Il decadimento qualitativo del frutto determina anche un'alterazione proteica che corrisponde ad un maggior quantitativo di amminoacidi liberi nel frutto. Nei campioni di pera fresca, sono stati identificati e quantizzati 24 amminoacidi liberi, di cui il 50% ha mostrato una diminuzione statisticamente significativa, tra cui l'acido  $\gamma$ -amminobutirrico e l'isoleucina, il cui incremento è indicatore di perdita di qualità e imbrunimento del frutto. Secondo i risultati di questo studio, l'uso di un rivestimento edibile contenente carbossimetilcellulosa (1%), alginato di sodio (1%), acido citrico (1%) e acido ossalico (0.5%) risulta essere una valida strategia per prolungare la conservazione della pera di IV gamma durante la frigoconservazione.

## Uso di *Xanthan gum* e ascorbato di calcio per prolungare la shelf life di fette di pera della cultivar 'Butirra' durante la conservazione

**Eugenia Guccione, Alessio Allegra, Vittorio Farina, Paolo Inglese, Giuseppe Sortino**

Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 1, 90100 Palermo

Corresponding author: [eugenia.guccione@unipa.it](mailto:eugenia.guccione@unipa.it)

**Parole chiave:** *Pyrus communis*, Edible coating, IV gamma, Xanthan gum

### **Abstract**

Durante la trasformazione in IV gamma e la conservazione, i frutti di pera (*Pyrus communis* L.) possono andare incontro a cambiamenti del profilo cromatico e sensoriale. Per evitare il rammollimento e l'imbrunimento delle fettine dei frutti di pera diversi trattamenti chimici e fisici possono essere impiegati o si possono applicare *edible coatings*. Nel nostro lavoro sono stati valutati due trattamenti che utilizzano *Xanthan gum* e ascorbato di calcio su frutta di pera appena tagliata. Dopo la raccolta, 200 frutti sono stati tagliati e trattati rispettivamente con 1) Xanthan gum (XAN); 2) Xanthan gum + ascorbato di calcio (ASC) e 3) acqua distillata (CTR) come controllo. Dopo i trattamenti, tutte le fette di pera sono state confezionate in polietilene tereftalato (PET), sigillate con un film composito (PP-PET) e conservate a 5 °C con UR 90% per 10 giorni. Dopo 3, 5, 7 e 10 giorni di conservazione sono state effettuate valutazioni edoniche che hanno riguardato l'indice di imbrunimento e della qualità visiva e il flavour. Inoltre, sono stati valutati il colore della polpa, i solidi solubili totali, l'acido ascorbico e i fenoli totali. I migliori risultati sono stati ottenuti dalla soluzione ASC in termini di cambiamento di colore, acido ascorbico e indice di imbrunimento e qualità visiva, fino a 7 giorni di conservazione. Tuttavia, il trattamento ASC ha mostrato i valori medi più bassi in termini di flavour rispetto ai trattamenti CTR e XAN. Inoltre, i valori medi dei campioni di controllo fino a 3 giorni di conservazione evidenziavano il mantenimento del flavour mentre al quinto e settimo giorno venivano riportati valori più alti rispetto ai campioni trattati per quanto riguarda i descrittori aspro e amaro. I trattamenti hanno preservato il decadimento della maggior parte dei descrittori seppur con limitate differenze tra i trattamenti.

## **Lattuga e rucola in miscela ed in diverse porzioni in confezioni di IV gamma: effetti sulla qualità**

**Roberta Bulgari<sup>1\*</sup>, Lijuan Zhan<sup>2</sup>, Giuseppe Pignata<sup>1</sup>, Manuela Casale<sup>1</sup>, Silvana Nicola<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Università di Torino, DISAFA

<sup>2</sup>College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University

Corresponding author: [roberta.bulgari@unito.it](mailto:roberta.bulgari@unito.it)

**Parole chiave:** Insalate di IV gamma, *PPO*, *shelf-life*, *PAL*

### **Abstract**

Nel settore della IV gamma vengono impiegati svariati ortaggi come ortaggi come i baby leaves. Questi sono utilizzati anche come mix per soddisfare le richieste di un consumatore sempre più esigente ed attento a ciò che acquista. La miscelazioneLa presenza di specie e varietà diverse all'interno delle confezioni può implicare diversi tassi di respirazione e influenzare le condizioni di conservazione e la qualità stessa del prodotto. Inoltre, il porzionamento dei vegetali all'interno delle confezioni determina il loro grado di densità e compattezza e la quantità di atmosfera presente, potendo influenzarne l'equilibrio tra ossigeno e anidride carbonica. Pertanto, scopo del presente lavoro è stato quello di valutare gli effetti sulla qualità post raccolta di diverse soluzioni di mix di lattuga (*Lactuca sativa* L. var. *crispa* cv. Lollo Bionda, LB) e rucola (*Eruca sativa* Mill.). I mix di lattuga che sono stati valutati sono: 100 LB (100% lattuga), 75 LB (75% lattuga + 25% rucola) e 50 LB (50% lattuga + 50% rucola). Sono stati presi in esame anche due diversi quantitativi (porzioni, "filling amount") di prodotto all'interno di buste in polipropilene 0,25 x 0,35 m: 125F (125g) e 250F (250g). Il Mix di lattughe è stato conservato per 9 giorni ad una temperatura di 4 °C. Sono state eseguite diverse analisi sui campioni conservati a 4 °C, dopo 1 e 9 giorni, per valutare nello specifico i livelli di freschezza, fenoli totali, acido ascorbico e chinoni solubili, nonché le attività enzimatiche della Polifenolo Ossidasi (PPO) e della Fenilalanina Ammonio Liasi (PAL). Le analisi effettuate sui campioni, dopo 1 e 9 giorni di conservazione, hanno valutato il mantenimento, in generale, di freschezza, qualità e sicurezza del prodotto e, in particolare, di elementi fitochimici e proprietà antiossidanti del prodotto, oltre alla valutazione dei fenomeni di decadimento. I risultati hanno mostrato che, indipendentemente dal quantitativo di ortaggi all'interno della busta, 50LB è risultata essere la migliore miscela in termini di capacità antiossidante, livelli di fenoli totali, acido ascorbico e chinoni solubili. Lo stesso mix ha inoltre mostrato i migliori risultati in termini di Polifenolo Ossidasi (PPO) e Fenilalanina Ammonio Liasi (PAL) dopo 24 ore dal confezionamento. Al 9° giorno di conservazione, invece, la soluzione 50LB×125F ha mostrato elevate concentrazioni di acido ascorbico e fenoli, ed una maggiore attività della PAL. I test effettuati dimostrano che differenti mix, in combinazione con diversi quantitativi di prodotto all'interno della confezione, possono rappresentare una valida strategia nel post raccolta per mantenere alti standard qualitativi.

## **Studi preliminari sull'effetto della manna come composto antiossidante su limoni di IV gamma**

**Alessio Allegra, Eugenia Guccione, Vittorio Farina, Giuseppe Sortino, Paolo Inglese**

Università degli Studi di Palermo, viale delle Scienze edificio 4, ingr. H, 90128, Palermo

Corresponding author: [alessio.allegra@unipa.it](mailto:alessio.allegra@unipa.it)

**Parole chiave:** Manna, *Fraxinus ornus*, Citrus limon post-raccolta

### **Abstract**

La manna è il prodotto ottenuto dalla solidificazione della linfa elaborata di alcune specie di *Fraxinus* L. a seguito di incisioni praticate sul fusto e sulle branche principali della pianta. La manna risulta costituita principalmente da mannite (o D-mannitolo), acidi organici, acqua, glucosio, fruttosio, mucillagini, resine e composti azotati e può essere utilizzata come dolcificante naturale. Recenti studi scientifici hanno dimostrato che la manna possiede elevate proprietà antiossidanti ed antinfiammatorie così da renderlo un composto bioattivo. Lo scopo del lavoro è stato quello di valutare il connubio di fette di limone (*Citrus limon* (L.) Osbeck), cv Zagara bianca, provenienti da due diverse fioriture (invernale e primaverile) immerse in una soluzione di acqua distillata e manna a diverse concentrazioni (5%, 10%, 15%) per aumentare la capacità antiossidante del limone riducendo la percezione dell'acidità nei risultati del panel test, confezionate in vaschette in polistirene macroforate per 12 giorni a 5 °C.

Dopo 3, 6 e 12 giorni di conservazione, sono state valutate le caratteristiche fisiche (perdita di peso e resa in succo), chimiche (solidi solubili totali, acido ascorbico e capacità antiossidante) e sensoriali (panel test) delle fette di limone. I risultati ottenuti hanno mostrato che la soluzione al 15% si differenziava dagli altri trattamenti in termini di sapore, solidi solubili totali e capacità antiossidante sia nei frutti con epicarpo verde che giallo. Alla luce dei risultati ottenuti la manna può rappresentare una valida ipotesi di trattamento antiossidante esaltando allo stesso tempo la sua caratteristica di dolcificante.

## **Sistema di visione computerizzato per la valutazione non distruttiva della qualità di rucola fresca e di IV gamma**

**Michela Palumbo<sup>1,2</sup>, Maria Cefola<sup>2</sup>, Bernardo Pace<sup>2</sup>, Francesco Fabiano Montesano<sup>3</sup>, Giovanni Attolico<sup>4</sup>, Giancarlo Colelli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Università di Foggia, Dip. di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Foggia

<sup>2</sup>Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), c/o CS-DAT Foggia

<sup>3</sup>Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Bari

<sup>4</sup>Sistemi e Tecnologie Industriali Intelligenti per il Manifatturiero Avanzato (STIIMA), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Bari

Corresponding author: [michela.palumbo@ispa.cnr.it](mailto:michela.palumbo@ispa.cnr.it)

**Parole chiave:** Analisi di immagine, machine learning, packaging, partial least square regression, tecnologia non-distruttiva

### **Abstract**

La valutazione della qualità di frutta e ortaggi freschi o di IV gamma, comporta l'utilizzo di tecniche analitiche (analisi sensoriali e metodi distruttivi) che richiedono lunghi tempi di analisi, costosi reagenti e standard, che in alcuni casi sono anche inquinanti. Inoltre, queste tecniche spesso richiedono l'utilizzo di, oltre che apparecchiature sofisticate e non adatte per la diretta applicazione sulle linee industriali, dove, al contrario, è richiesta rapidità, affidabilità, accuratezza e sostenibilità. I sistemi di visione computerizzati (CVS) si basano su una metodologia innovativa e non distruttiva in grado di valutare e monitorare la qualità di frutta e ortaggi anche durante la conservazione. Lo scopo di questo dottorato di ricerca, inserito nell'ambito del progetto PRIN SUS&LOW (Sustaining Low-impact Practices in Horticulture through Non-destructive Approach to Provide More Information on Fresh Produce History & Quality), è stato quello sviluppare e validare modelli predittivi basati sull'impiego dei CVS per la determinazione del livello qualitativo e dei principali parametri di qualità di rucola fresca e confezionata. Il sistema di visione proposto per questa attività di ricerca è in grado di selezionare automaticamente, senza l'intervento di un operatore, le caratteristiche rilevanti per la classificazione mediante Random Forest, un modello di machine learning. Nella prima serie di esperimenti, il CVS è stato applicato su rucola fresh-cut ottenuta da pratiche agricole a basso impatto, per valutarne oggettivamente i livelli qualitativi (QL) (definiti mediante una scala di qualità visiva da 5, ottimo, a 1, non edibile, dove per ciascun livello è stata fornita una foto rappresentativa e un elenco delle caratteristiche e dei difetti tipici del prodotto) durante la conservazione a 10 °C e discriminare i livelli di fertilizzazione e i sistemi di gestione irrigua applicati durante la coltivazione. I risultati ottenuti hanno mostrato un'accuratezza di circa il 95% nella valutazione dei QL e di circa il 65-70% nella discriminazione dei metodi di coltivazione. Successivamente, sono stati condotti 5 esperimenti su rucola fresh-cut confezionata per sviluppare e validare il CVS nella valutazione dei QL e nella stima di alcune caratteristiche qualitative intrinseche, anche attraverso il packaging. I campioni di rucola sono stati prima acquisiti con e senza packaging mediante l'impiego del CVS e successivamente sono stati sottoposti ad analisi per la determinazione dei principali parametri qualitativi con lo scopo di identificare un parametro marker correlato alla perdita di shelf-life della rucola frigo conservata. I parametri identificati (contenuto in clorofilla e ammonio) sono stati successivamente predetti con elevata accuratezza dal CVS, con una perdita di prestazioni trascurabile sui prodotti confezionati rispetto a quelli non confezionati (coefficiente di Pearson rispettivamente dello 0.84 e 0.86 per la clorofilla, e 0.91 e 0.92 per l'ammonio). Infine, sono stati confrontati tre modelli PLS per predire i QL della rucola fresh-cut utilizzando come predittori il contenuto in clorofilla e ammonio ottenuti con i metodi distruttivi ( $R^2 = 0.70$ ) e predetti dal CVS con e senza il packaging con un  $R^2$  di 0.77 e 0.80, rispettivamente. I risultati ottenuti hanno mostrato come il CVS possa rappresentare una valida alternativa non distruttiva alle tradizionali tecniche di analisi ed essere utilizzato in modo efficace e pervasivo lungo l'intera filiera, anche su prodotti confezionati.

## **Antiossidanti naturali da scarti di filiera agroalimentare per l'estensione della *shelf-life* delle insalate di IV GAMMA in relazione allo stress ossidativo e al fenomeno dell'imbrunimento**

**Ilaria Fraudentali<sup>1</sup>, Cristina Porcacchia<sup>1</sup>, Chiara Pedalino<sup>1</sup>, Maria Alejandra Decima<sup>1</sup>, Riccardo Angelini<sup>1</sup>, Alessandra Cona<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Università degli Studi Roma Tre, Dip. di Scienze, Roma

Corresponding author: [ilaria.fraudentali@uniroma3.it](mailto:ilaria.fraudentali@uniroma3.it)

**Parole chiave:** Insalate di IV GAMMA, *shelf-life*, stress ossidativo, imbrunimento, antiossidanti naturali

### **Abstract**

La crescente diffusione dei prodotti di IV gamma nel mercato alimentare trova una spiegazione in due principali punti di forza, quali i ridotti tempi di preparazione, in linea con l'attuale affermazione dei prodotti "ready to eat", e la qualità del prodotto fresco, in linea con l'esigenza dei consumatori di scegliere prodotti salubri. Tuttavia, i prodotti di IV gamma possono presentare alcune criticità legate ai processi fisico-chimici e microbiologici causati da fattori di rischio presenti nella filiera produttiva. Tali fattori sono principalmente legati all'ossidazione che si verifica in seguito al taglio dei prodotti vegetali, ai metodi di conservazione e alla carica microbica residua, che alterano l'aspetto dell'alimento e possono portare al deperimento delle proprietà nutritive. Il presente studio si pone l'obiettivo di contrastare il deperimento del prodotto di IV gamma intervenendo sulle alterazioni chimico-fisiche che lo determinano, sia attraverso la caratterizzazione dei fenomeni ossidativi associati al taglio e ai processi fisiologici di senescenza, sia attraverso l'individuazione di metodi innovativi atti al controllo di tali processi, quali lavaggi con estratti naturali ricchi di composti antiossidanti. La distribuzione spaziale e temporale degli enzimi responsabili dell'imbrunimento, in particolare della perossidasi e della polifenolo ossidasi, è stata caratterizzata in cespi di lattuga romana (*Lactuca sativa* L.) fresca acquistata da un distributore locale. La distribuzione spaziale delle attività enzimatiche è stata valutata nella lattuga fresca sia nelle diverse parti di una stessa foglia, sia in foglie intere provenienti da strati diversi del cappuccio. I due enzimi hanno mostrato un'opposta distribuzione spaziale all'interno della foglia, con un elevato livello di attività perossidasi nella nervatura centrale rispetto al mesofillo, ed una prevalenza dell'attività polifenolo ossidasi nel mesofillo, particolarmente nella parte apicale, rispetto alla nervatura centrale. Anche la distribuzione dell'attività enzimatica fra foglie provenienti da strati diversi del cappuccio ha mostrato un andamento opposto per i due enzimi, con un andamento decrescente della perossidasi e crescente della polifenolo ossidasi, partendo dagli strati esterni verso quelli interni. Essendo la perossidasi particolarmente concentrata nei tessuti lignificati principalmente responsabili del fenomeno di imbrunimento, l'andamento temporale dei livelli dell'attività perossidasi è stato analizzato durante la conservazione a 4°C, per un periodo di 20 giorni. Le foglie di lattuga sono state tagliate, lavate con acqua o con un estratto acquoso di bucce di un frutto ad alto contenuto di vitamina C, asciugate, imbustate e conservate a 4°C. L'analisi dell'andamento temporale dell'attività perossidasi nel controllo lavato con acqua ha mostrato un progressivo incremento durante la conservazione, evidente in tutti gli strati fogliari del cappuccio analizzati. Il trattamento con l'estratto di bucce si è rivelato efficace nel rallentare l'incremento temporale dei livelli di perossidasi e della comparsa dell'imbrunimento.

## Screening qualitativo di materiale di breeding di indivia e specie alimurgiche da IV gamma

**Alessandro Natalini<sup>1\*</sup>, Angelica Galieni<sup>1</sup>, Piergiorgio Angelini<sup>1</sup>, Cristiano Platani<sup>1</sup>, Fabrizio Leteo<sup>1</sup>, Mariassunta Dattoli<sup>1</sup>, Sandro Fabrizi<sup>1</sup>, Gabriele Campanelli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Monsampolo del Tronto (AP)

Corresponding author: [alessandro.natalini@crea.gov.it](mailto:alessandro.natalini@crea.gov.it)

**Parole chiave:** Insalate di IV GAMMA, *shelf-life*, stress ossidativo, imbrunimento, antiossidanti naturali

### Abstract

I prodotti di IV gamma (c.d. fresh-cut) sono caratterizzati dal taglio come operazione principale del processo di lavorazione che comporta la compartimentalizzazione cellulare. Ne consegue la possibilità di catalisi enzimatiche e/o radicaliche che inducono alla degradazione di composti cellulari e allo sviluppo di processi catabolici negativi, quali come l'alterazione del colore (imbrunimento o perdita colore verde per degradazione dei pigmenti colorati). Fra i principali prodotti impiegati nella preparazione di buste pronte all'uso di ortaggi da foglia, vi sono le indivie (*Cichorium endivia*), sia scarole o a foglia liscia, sia ricce e più recentemente stanno riscuotendo interesse anche specie alimurgiche quali tarassaco (*Taraxacum officinale*) e cicoria selvatica (*Cichorium intybus*) per il loro elevato potere antiossidante.

27 genotipi di indivia afferenti a un germoplasma di breeding per il miglioramento delle caratteristiche qualitative e agronomiche, nonché genotipi spontanei di tarassaco e cicoria selvatica, sono stati allevati presso la sede del CREA OF di Monsampolo del Tronto (AP) in un campo sperimentale con ciclo invernale (piena maturità raggiunta ad inizio primavera 2022). Porzioni fogliari di tutti i genotipi delle diverse specie sono state oggetto di una prova di conservazione in vaschette per alimenti in polietilene tereftalato (PET), poste a 4°C per 5 giorni, in cui sono stati valutati importanti parametri qualitativi per gli ortaggi da foglia: i) sviluppo dell'imbrunimento sulla superficie di taglio, ii) contenuto in clorofille (clorofilla a e clorofilla b), iii) contenuto in carotenoidi, rilevando cambiamenti significativi durante la conservazione in base al genotipo/specie di appartenenza. Tale metodologia di determinazione di parametri qualitativi potrebbe assistere il breeder nella selezione dei genotipi superiori oggetto di miglioramento genetico, in abbinamento ad altri traits.

## **SESSIONE 5**

**INNOVAZIONE TECNOLOGICA PER LA VALUTAZIONE  
DELLA QUALITÀ E MATURAZIONE DEL PRODOTTO  
E DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE**

*Chairman:* Danial Fatchurrahman (UniFG)

## **Metodologia non invasiva di detection iperspettrale del marciume del cuore della mela nella fase di post-raccolta**

**Andrea Genangeli<sup>1,2,3</sup>, Giorgio Allasia<sup>2</sup>, Marco Bindi<sup>1</sup>, Claudio Cantini<sup>3</sup>, Alice Cavaliere<sup>3</sup>, Lorenzo Genesis<sup>3</sup>, Giovanni Giannotta<sup>2</sup>, Franco Miglietta<sup>3</sup>, Beniamino Gioli<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali. Università di Firenze, P. le delle Cascine 18, 50144 Firenze, Italia;

<sup>2</sup> FOS S.p.A. - Via Enrico Melen, 77/ed.A, 16152 Genova, Italy;

<sup>3</sup> Istituto della Bioeconomia – IBE, Consiglio Nazionale delle Ricerche– CNR, Via Caproni 8, 50145

Corresponding author: [andrea.genangeli@unifi.it](mailto:andrea.genangeli@unifi.it)

**Parole chiave:** Iperspettrale, analisi non invasiva, early detection, marciume del cuore, reti neurali

### **Abstract**

L'imbrunimento interno nelle mele causato dalla malattia del marciume del cuore (MC) è una delle maggiori cause di perdita di qualità durante le fasi di post-raccolta. Nell'ultimo decennio, molteplici metodi di detection non invasiva basati su tecnologie spettroscopiche iperspettrali sono stati proposti per rilevare la presenza del MC. Ciò nonostante, ad oggi non esiste una soluzione applicabile in un contesto di produzione industriale. A tal fine, nel corso di questo studio abbiamo realizzato e sviluppato un sistema di detection iperspettrale a basso costo, basato sulle proprietà di riflettanza di una sfera integratrice, impiegata nella fase sperimentale. Settanta mele della cv Golden Delicious sono state inoculate con il patogeno *Alternaria alternata*, uno dei principali patogeni responsabili della malattia del MC. I frutti inoculati sono stati conservati ad una temperatura di 26°C mantenendo un livello di umidità relativa superiore al 70%. I frutti sono stati analizzati ogni tre giorni per tredici giorni rispetto all'asse orizzontale e verticale del frutto, per un totale di cinque successivi round di misura con lo scopo di monitorare il progressivo sviluppo del MC. Dopo il quinto round di misura è stata verificata l'insorgenza del MC calcolando la percentuale di area infetta tramite l'acquisizione e l'elaborazione di immagini RGB. I dati iperspettrali raccolti, sono stati elaborati per individuare la regione spettrale maggiormente legata alla presenza del MC, indicando una stretta relazione tra la presenza della patologia e la regione dell'infrarosso compresa tra 863.38 a 877.69 nm. Successivamente, sono stati sviluppati due modelli di classificazione binaria basati sull'applicazione di algoritmi di Artificial Neural Net-work Pattern Recognition (ANN-AP) e Baggin Classifier (BC) con alberi decisionali. I due modelli sono stati addestrati su un dataset di addestramento corrispondente all'ultimo round di misura (round 5). Dopo l'addestramento, i due modelli sono stati validati e testati sui quattro round di misura precedenti così da poterne valutare la reale efficacia rispetto a differenti status di sviluppo della malattia. I risultati ottenuti hanno mostrato una migliore capacità da parte del modello ANN-AP di discriminare i campioni marci dai campioni sani, specialmente nelle fasi iniziale di sviluppo dove l'accuratezza predittiva è risultata del 100%.

## **Volatilome fingerprinting and sensory evaluation of fruit in post-harvest: A multi-trait approach to identify diagnostic checks to monitor fruit quality**

**Natasha D. Spadafora<sup>1</sup>, Carsten T. Muller<sup>2</sup>, Leonardo Bruno<sup>3</sup>, Antonio Ferrante<sup>4</sup>, Beatrice M. Bitonti<sup>3</sup>, Hilary J. Rogers<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Chemical, Pharmaceutical and Agricultural Sciences, University of Ferrara, Ferrara (IT)

<sup>2</sup> School of Biosciences, Cardiff University, Cardiff (UK)

<sup>3</sup> Department of Biology, Ecology and Earth Sciences, University of Calabria, Cosenza (IT)

<sup>4</sup> Department of Agricultural and Environmental Science – Production, Landscape, Agroenergy, Università degli Studi di Milano, Milan (IT)

Corresponding author: [damiana.spadafora@unife.it](mailto:damiana.spadafora@unife.it)

**Parole chiave:** Volatile organic compounds, gas-chromatography, *Malus domestica*, *Prunus persica*, *Cucumis melo*

### **Abstract**

Fruit quality is determined by numerous traits including sweetness, colour, aroma, acidity and firmness. Quality has become an important characteristic for the consumer, meaning product quality must be monitored and optimised throughout the supply chain. Volatilome fingerprinting can provide evidence for fruit quality differences and changes post-harvest which can be related to genotype selection, geographical origins, post-harvest storage and supply chain processing. Sensory evaluation combined with these metabolomic technologies can provide comprehensive, simultaneous characterisation of metabolite and flavour description data from diverse genotypes, while also assessing effects of post-harvest storage conditions. Here, thermal desorption - gas chromatography combined with time-of-flight mass spectrometry (TOF MS) was used to analyse the volatilome of a range of fruits (e.g. apple, peach and melon), while sensory panels were employed to identify descriptors of flavour amongst post-harvest treatments and genotype selection. The evaluation of the VOC profiles and sensory descriptors using multivariate statistical approaches including Weighted Correlation Network Analysis (WCNA) and Hierarchical Clustering allowed the identification of correlations among traits. For example, in apple fruits of different cultivars significant positive correlations were found between high ‘Taste/Flavour’, ‘Fruitiness’ & ‘Aroma/Smell’ scores and five of the esters identified in the headspace analysis. In this case study these sensory correlations indicate that the esters could be used as objective markers for the consumer appreciation of fresh apples, enabling optimum conditions for processing and storage of individual cultivars to be identified without recourse to expensive sensory panels in every case. Such tests could also be used as part of routine quality control by the producer and retailer, reducing costs and eliminating waste due to batches of inferior product.

## **Sustaining low-impact practices in horticulture through non-destructive approach to provide more information on fresh produce history & quality (SUS&LOW)**

**Maria Cefola<sup>1</sup>, Bernardo Pace<sup>1</sup>, Francesco Serio<sup>2</sup>, Francesco F. Montesano<sup>2</sup>, Michela Palumbo<sup>1</sup>, Giovanni Attolico<sup>3</sup>, Maria Luisa Amodio<sup>4</sup>, Hassan Fazayeli<sup>4</sup>, Antonio Stasi<sup>4</sup>, Giancarlo Colelli<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Sciences of Food Production, CNR, c/o CS-DAT, Via Michele Protano, 71121 Foggia

<sup>2</sup>Institute of Sciences of Food Production, CNR, Via G. Amendola, 122/O, 70126 Bari,

<sup>3</sup>Institute on Intelligent Industrial Systems and Technologies for Advanced Manufacturing, CNR, Via G. Amendola, 122/O, 70126 Bari

<sup>4</sup> Department of Agriculture, Food, Natural Resources and Engineering (DAFNE), University of Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia

Corresponding author: [Giancarlo.colelli@unifg.it](mailto:Giancarlo.colelli@unifg.it)

**Parole chiave:** Sostenibilità, qualità, valutazione non distruttiva, shelf-life, strategie di marketing

### **Abstract**

L'obiettivo generale del Progetto PRIN SUS&LOW è di sostenere la qualità di prodotti ortofrutticoli freschi testando e implementando pratiche agricole a basso input (LIP) con il supporto di strumenti non distruttivi (ND) capaci di valutare in tempo reale la qualità e la "storia" dei prodotti, impiegando nuove strategie di marketing che soddisfino il consumatore finale. Si riportano i risultati di tre principali obiettivi realizzativi (WP). Nel WP1 sono state applicate specifiche strategie di somministrazione di acqua e nutrienti per ottenere prodotti orticoli di serra con diversi livelli di 'efficienza d'uso degli input' (indicatore di sostenibilità del processo produttivo). In generale, è stato possibile conseguire considerevoli incrementi dell'efficienza d'uso dell'acqua (WUE) e dei fertilizzanti rispetto ad approcci empirici comunemente adottati. Nel caso del pomodoro ciliegino allevato con tecnica senza suolo in presenza di acqua salmastra (problematica frequente in area mediterranea), il pilotaggio automatico di precisione della fertirrigazione ha consentito un incremento della WUE del 68%, in media, rispetto ad un tradizionale sistema a ciclo aperto o ad un sistema semi-chiuso con ricircolo parziale della soluzione nutritiva. Nel caso della rucola senza suolo, l'impiego dei sensori rispetto alla programmazione empirica della fertirrigazione ha aumentato la WUE del 61%, e ha consentito di ridurre del 40% l'impiego di fertilizzanti a parità di produzione ottenuta. Obiettivo del WP2 è quello di usare tecniche non-distruttive per la discriminazione dei prodotti freschi ottenuti con LIP (WP1) e per la predizione della loro qualità e shelf-life anche attraverso il materiale di confezionamento. In particolare, su rucola e pomodoro ciliegino è stata sperimentata l'applicazione di spettroscopia FT-NIR e di imaging iperspettrale (NIR e VIS-NIR) per discriminare il prodotto ottenuto con tecniche di produzione a diversi livelli di sostenibilità e determinare la qualità intrinseca del prodotto. Tutti i sistemi non distruttivi usati hanno consentito la discriminazione dei prodotti in base al sistema produttivo e alla WUE. Sono inoltre messi a punto modelli di predizione della qualità interna dei frutti e del contenuto in antiossidanti delle foglie di rucola. Inoltre, su rucola fresca e confezionata sono stati sviluppati e validati modelli predittivi basati sull'impiego di sistemi di visione computerizzati (CVS) per la determinazione del livello qualitativo (QL), la discriminazione dei livelli di fertilizzazione e dei sistemi di gestione irrigua applicati durante la coltivazione e la predizione dei principali parametri marker della qualità (contenuto in clorofilla e ammonio). I risultati ottenuti hanno mostrato un'accuratezza di circa il 95% nella valutazione dei QL e di circa il 65-70% nella discriminazione dei metodi di coltivazione, mentre i parametri marker sono stati predetti con elevata accuratezza dal CVS, con una perdita di prestazioni trascurabile sui prodotti confezionati rispetto a quelli non confezionati (coefficiente di Pearson rispettivamente dello 0,84 e 0,86 per la clorofilla, e 0,91 e 0,92 per l'ammonio). Da ultimo, nell'ambito del WP3, attraverso un'indagine ad hoc, è stato analizzato il comportamento del consumatore rispetto alla possibilità di acquisto di prodotti ortofrutticoli certificati per l'impiego di LIP (WP1), identificate mediante la possibilità di utilizzo di tecniche ND (WP2) per realizzare strategie di marketing adeguate. In particolare, si è misurato l'impatto dello storytelling assieme ad altre strategie di comunicazione e certificazione. I risultati hanno condotto alla definizione di un nuovo modello di certificazione volontaria insieme ad una strategia di comunicazione, con contenuti descrittivi, che attraggono i consumatori e allo stesso tempo generano un premium price del 25% sui prodotti ortofrutticoli su oltre il 65% dei consumatori.

## **Imaging Iperspettrale e FT-NIR per la discriminazione di pomodori ottenuti con pratiche colturali a diverso impatto ambientale**

**Hassan Fazayeli, Danial Fatchurrahman, Maria Luisa Amodio, Giancarlo Colelli**

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente, Università di Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia, Italy.

Corresponding author: [Marialuisa.amodio@unifg.it](mailto:Marialuisa.amodio@unifg.it)

**Parole chiave:** Sistema di coltivazione, efficienza di utilizzo acqua, azoto, VIS-NIR

### **Abstract**

Obiettivo di questo lavoro è stato valutare le potenzialità di due tecniche ottiche quali l'imaging iperspettrale (HSI) e la spettroscopia NIR a trasformata di Fourier (FT)-NIR per classificare pomodori prodotti con diverse pratiche colturali aventi il fine di ottimizzare l'uso di acqua e fertilizzanti. Sono state applicate tre diverse strategie di gestione colturale fuori suolo: i) coltivazione a ciclo aperto a drenaggio libero (OPEN); ii) coltivazione a ciclo aperto con fertirrigazione a sensore (SMART); iii) coltivazione a ciclo chiuso (CLOSED), su due cicli colturali per due varietà (cv Carminio, per il ciclo autunno-inverno e cv Mose per il ciclo primavera-estate). Gli spettri di riflettanza sono stati acquisiti utilizzando due spettrografi HSI nelle gamme Vis-NIR e NIR e uno spettrometro FT-NIR, per circa 300 pomodori completamente maturi per varietà. Per ogni ciclo e varietà, è stata effettuata prima una analisi discriminante (PLS\_DA) per il sistema di gestione della coltivazione e poi per l'efficienza di utilizzo di acqua e fertilizzanti (WUE e FUE), avendo solo 2 livelli per ciclo. L'obiettivo finale è stato invece quello di proporre un modello generale con ridotto numero di variabili, per la discriminazione di 3 livelli di WUE e FUE, unendo i dati delle 2 prove. I migliori risultati sono stati ottenuti con gli spettri FT-NIR e con l'iperspettrale nel range Vis-NIR, che sono da preferirsi per il ridotto uso di latenti variabili. I risultati hanno mostrato buona capacità di discriminare i 3 sistemi colturali (Sensibilità= 81%; Specificità = 86%) per ciascuna varietà, mentre è stata raggiunta un'ottima performance classificando i pomodori in due diversi livelli di WUE e FUE con accuratezza, specificità e sensibilità superiori al 95%. Infine, per i modelli generali basati su 3 livelli WUE e FUE nei 2 esperimenti, sono state selezionate solo 20 lunghezze d'onda a partire dagli spettri Vis-NIR, utilizzando il metodo di selezione delle variabili IPLS e una tecnica di cross validation ripetuta (rDCV) (50 prove), ottenendo un'accuratezza e una specificità dell'89,8% e 91,7%, rispettivamente. I risultati di questo studio indicano il promettente potenziale di queste tecniche per l'autenticazione di prodotti agricoli ottenuti con basso livello di input, stimolando future ricerche per la validazione dei modelli in diversi ambienti di produzione e anni.

## **Applicazione di un sensore di etanolo per lo studio postraccolta del metabolismo nella disidratazione dell'uva da vino**

**Stefano Pettinelli<sup>1</sup>, Alessandro Bianchi<sup>1</sup>, Gregorio Santini<sup>1</sup>, Fabio Mencarelli<sup>1</sup>, Raffaele Cerreta<sup>2</sup>, Andrea Bellincontro<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

<sup>2</sup>DIBAF, Università della Tuscia, Viterbo

Corresponding author: [gregoriosantini1@gmail.com](mailto:gregoriosantini1@gmail.com)

**Parole chiave:** Disidratazione, uva di vino, etanolo, fase fermentativa.

### **Abstract**

Scopo di questo lavoro è stato quello di monitorare l'andamento dei processi respirativi/fermentativi di grappoli di uva della varietà Raboso posti ad appassire in condizioni di assenza di ossigeno. A tal fine sono stati selezionati 12 grappoli adatti per il processo di appassimento e ciascun grappolo è stato siglato e monitorato separatamente per 30 giorni. I grappoli sono stati posizionati su apposite cassette per l'appassimento in un locale con ventilazione incidente sui grappoli pari a 1,5m/s con un controllo del calo peso delle uve due volte a settimana. Il processo è durato circa un mese. Nel corso dell'appassimento la misurazione di ppm di etanolo prodotti dai grappoli di uva è stata misurata chiudendo due grappoli alla volta all'interno di vasetti di vetro a tenuta, dotati di due tipologie di sensori (S1 e S2). Ogni sensore ha misurato l'emissione di etanolo da parte degli stessi due grappoli per tutti i campionamenti. Le misurazioni di etanolo sono state effettuate a 3, 10, 16 e 23 giorni dall'inizio del processo di disidratazione. Questo ha permesso la modifica della composizione atmosferica con livelli di ossigeno via via sempre più basso. Grazie a questa metodica è stato possibile misurare il passaggio dalla fase respirativa a quella fermentativa (data dall'assenza di ossigeno) e grazie ai sensori, misurare i livelli di produzione di etanolo. La misura ripetuta nel tempo dell'emissione di etanolo in queste condizioni ed il monitoraggio del calo peso, ha permesso di studiare il passaggio da fase respirativa a fermentativa con l'aumentare dei giorni di appassimento. Il calo peso medio dei grappoli ha raggiunto il 35% in meno di un mese. Abbiamo potuto vedere come all'aumentare del calo peso è aumentata sempre più la produzione di etanolo dai grappoli chiusi in vasetto, fino ad una emissione massima di circa 320ppm di etanolo con un calo peso dell'uva misurato in questo caso pari al 37%. Si è visto che le emissioni maggiori di etanolo ottenute, a parità di sensibilità dei due sensori, sono state misurate dal Sensore 2, tranne che nel primo campionamento. Questo risultato è correlabile al maggior calo peso raggiunto dai grappoli misurati dal Sensore 2 e probabilmente al maggior peso di partenza dei grappoli usati per la misurazione di produzione di etanolo con questo sensore. I risultati ottenuti hanno sollevato varie considerazioni sul rapporto respirazione/fermentazione della cellula in stress e risultano importanti per approfondire il comportamento di questa in fase di appassimento ed in carenza di ossigeno.

## **Impiego dell'analisi di immagine per predire il grado di maturazione delle fragole Candonga**

**Antonia Corvino<sup>1</sup>, Roberto Romaniello<sup>2</sup>, Michela Palumbo<sup>1</sup>, Ilde Ricci<sup>1</sup>, Maria Cefola<sup>1</sup>, Bernardo Pace<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), c/o CS-DAT, Viale Michele Protano 71121 Foggia

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università degli Studi di Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia

Corresponding author: [antonia.corvino@ispa.cnr.it](mailto:antonia.corvino@ispa.cnr.it)

**Parole chiave:** *Fragaria x ananassa* Duch, cv. Sabrosa, analisi non distruttiva, Chroma, attività respiratoria.

### **Abstract**

La raccolta delle fragole avviene manualmente quando il frutto raggiunge il giusto grado di maturazione e l'80% della superficie dei frutti presenta la colorazione tipica della cultivar. L'obiettivo della presente attività di ricerca, sviluppata nell'ambito del Progetto PON E-crops (Tecnologie per l'agricoltura digitale sostenibile) è stato quello di mettere a punto un sistema automatico basato sull'analisi di immagine che in maniera oggettiva riesca ad identificare il momento ottimale della raccolta dei frutti. Fragole della cv Sabrosa fornite da APOFRUIT Italia soc. coop., con diverso grado di maturazione, sono state analizzate in tre diverse epoche di raccolta. I frutti all'arrivo, presso i laboratori del CNR-ISPA, sono stati selezionati e classificati sulla base della percentuale di invaiatura in tre classi di rosso: R0%, R50% e R100%. Ogni classe costituita da 10 fragole è stata valutata in triplicato. Successivamente le fragole sono state sottoposte ad analisi di immagine ed analisi fisiologiche e qualitative misurando i seguenti parametri: attività respiratoria, pH, solidi solubili totali e acidità titolabile. Le immagini acquisite mediante la camera digitale (JAI AP-3200T-PG) sono state elaborate mediante il software Matlab (versione R2021b), mentre i dati rinvenuti dalle analisi qualitative sono stati sottoposti ad analisi della varianza (Software Statgraphics Centurion 18). L'elaborazione delle immagini ha permesso di realizzare un algoritmo in grado di misurare in maniera oggettiva la percentuale di rosso e il livello di saturazione dello stesso (Chroma) al fine di attribuire in maniera automatica e non distruttiva i frutti a ciascuna classe. Tra i parametri qualitativi, l'attività respiratoria ha consentito di separare le diverse classi, determinando i seguenti limiti: valori medi inferiori a 8 mL CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> identificano frutti appartenenti alla classe R 0%; tra 8 e 12 mL CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> frutti della classe R 50%; con valori superiori a 12 mL CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> rientrano i frutti della classe R 100%. Gli altri parametri qualitativi analizzati hanno permesso di differenziare in maniera statisticamente significativa la classe R 100% dalle altre. Pertanto, l'attività respiratoria è risultato il parametro oggettivo, che ha distinto le tre classi così come i parametri ottenuti in maniera non distruttiva dall'analisi di immagine. In conclusione, l'algoritmo sviluppato ha consentito di individuare lo stadio di maturazione delle fragole ricavando informazioni sulla qualità interna del prodotto. Tale algoritmo, calibrato su un numero rappresentativo di campioni ottenuti da raccolte fatte in più anni ed opportunamente validato, può rappresentare una soluzione ottimale per l'individuazione dell'epoca ottimale di raccolta. Questa tecnica può essere implementata sia per applicazioni in campo che in fase post-raccolta per la selezione automatica dei frutti sulla base del loro grado di maturazione.

## Caratterizzazione dei frutti di bergamotto mediante sistemi di visione artificiale

Souraya Benalia, Vittorio Calogero, Matteo Anello, Giuseppe Zimbalatti, Bruno Bernardi

Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Dip. AGRARIA, Reggio di Calabria (RC)

Corresponding author: [soraya.benalia@unirc.it](mailto:soraya.benalia@unirc.it)

**Parole chiave:** Analisi di immagini, *Citrus bergamia*, Colore, Dimensioni, Indice di Colore dei Citrus (ICC)

### Abstract

Il bergamotto (*Citrus bergamia*) è un agrume la cui produzione mondiale si concentra per più del 90% nella provincia di Reggio Calabria. È usato quasi esclusivamente per l'estrazione del suo olio essenziale. Tuttavia, una porzione sempre crescente di produzione è destinata al mercato del fresco ed alla trasformazione. Le regole del mercato, però, diventano sempre più severe a causa della globalizzazione che impone elevati standard produttivi. Inoltre, il crescente interesse dei consumatori per la provenienza, il processo produttivo e soprattutto verso la qualità dei prodotti che acquistano, portano le industrie agroalimentari a introdurre tecnologie nuove e innovative che consentano loro di rispondere alle esigenze e alle aspettative dei consumatori, assicurando la loro competitività. Negli ultimi anni, infatti, grande attenzione è stata posta allo sviluppo di nuove tecniche non-distruttive, come quelle basate sulla visione artificiale, volte a misurare quei parametri determinanti per alcuni aspetti qualitativi della frutta. Tali tecniche hanno lo scopo di essere rapide e, oltre a prevedere un breve trattamento del campione se non nullo, devono essere di facile esecuzione. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare le proprietà esterne di frutti di bergamotto di tre diverse cultivar, con particolare riferimento al colore e alle dimensioni, mediante l'impiego dei sistemi di visione artificiale. A tale proposito, si è proceduto all'acquisizione delle immagini RGB dei frutti usando una camera di ispezione da laboratorio, dotata di un sistema di illuminazione composto da 8 lampade fluorescenti lineari modello BIOLUX T8- 18W/965, ed una fotocamera digitale NIKON D5200 collegata ad un computer. Le immagini dei bergamotti sono state successivamente calibrate, prima effettuando il bilanciamento del bianco e, in un secondo tempo, la correzione cromatica. Per la valutazione del colore dei frutti, le immagini sono state analizzate mediante un programma eseguibile che consente di restituire in termini di  $L$ ,  $a$  e  $b$  la media del colore di una determinata area, la cosiddetta ROI o *Region Of Interest*, misurando il colore di tutti i pixel che la contengono. In particolare, tale analisi converte inizialmente i valori RGB di ogni pixel nei corrispondenti valori nello spazio CIE XYZ, che a loro volta sono convertiti nelle coordinate  $L$ ,  $a$  e  $b$  grazie a formule matematiche appositamente elaborate, considerando un illuminante D65 e un observer di 10°. I valori  $L$ ,  $a$  e  $b$  sono stati utilizzati per il calcolo dell'indice di colore dei Citrus (ICC) e mettere a confronto le tre cultivar considerate, ovvero, cv "Femminello", cv "Castagnaro", e cv "Fantastico". Inoltre, sono state determinate le proprietà dimensionali dei frutti, considerando la larghezza ( $L_r$ ), la lunghezza ( $L_g$ ) di ogni frutto, nonché il rapporto  $L_r / L_g$ , tramite il software ImageJ 1.50i usando Java 1.8.0.77 previa impostazione della scala di misura. L'analisi statistica dei dati applicando il test non-parametrico Kruskal-Wallis ha evidenziato differenze altamente significative tra le cultivar. I risultati ottenuti, per quanto preliminari, dimostrano l'efficienza e l'accuratezza di questi sistemi, nella distinzione tra le cultivar, promuovendo quindi il loro utilizzo nei processi post-raccolta.

## Valutazione della qualità di meloni lisci mediante spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo

**Maristella Vanoli<sup>1</sup>, Giovanna Cortellino<sup>1</sup>, Valentina Picchi<sup>1</sup>, Marina Buccheri<sup>1</sup>, Maurizio Grassi<sup>1</sup>, Fabio Lovati<sup>1</sup>, Laura Marinoni<sup>1</sup>, Pietro Levoni<sup>2</sup>, Alessandro Torricelli<sup>2,3</sup>, Lorenzo Spinelli<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Milano

<sup>2</sup>Politecnico di Milano, Dipartimento di Fisica, Milano

<sup>3</sup>Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, CNR-IFN, Milano

Corresponding author: [maristella.vanoli@crea.gov.it](mailto:maristella.vanoli@crea.gov.it)

**Parole chiave:** Maturazione, TRS, Caroteni, Etilene, Succosità

### Abstract

Il melone è particolarmente apprezzato dai consumatori per il profumo, il sapore, la succosità e il contenuto in nutrienti. La maturazione dei meloni è accompagnata da cambiamenti del colore della buccia e della polpa, aumento del contenuto in zuccheri, intenerimento della polpa e produzione dell'aroma tipico. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare l'utilizzo della spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo (TRS) per determinare in modo non distruttivo il grado di maturazione e quindi la qualità di meloni lisci. Sono stati utilizzati 60 meloni 'Honey Moon', provenienti da un'azienda commerciale di Sermide (MN), caratterizzati da diversa colorazione della buccia (blu, grigio-verde, verde-giallo, giallo). I meloni sono stati misurati con TRS tra 540 e 1064 nm. Gli spettri ottenuti hanno mostrato un assorbimento molto elevato a 540 nm, corrispondente alla coda di assorbimento dei caroteni, un picco a 980 nm corrispondente all'acqua, e un'elevatissima variabilità nel range spettrale della clorofilla (610-690 nm). Tale variabilità è dovuta alla presenza di uno strato verde di alcuni mm di spessore tra la buccia e la polpa che interferisce con le misure TRS, che comunque arrivano a circa 2 cm di profondità nella polpa. Dagli spettri di colore della polpa dei meloni, si è notato, infatti, che l'assorbimento in corrispondenza della clorofilla è molto basso mentre è elevato tra 400 e 500 nm. Gli spettri di scattering misurati tra 730 e 880 nm non cambiano con la lunghezza d'onda, con valori per il coefficiente di scattering ridotto tra 12,3 e 15,5 cm<sup>-1</sup>. Il coefficiente di assorbimento misurato a 540 nm ( $\mu_{a540}$ ), precedentemente utilizzato con successo per determinare la maturazione di frutti di mango, è stato utilizzato per classificare i meloni in 3 gradi di maturazione: poco maturo ( $\mu_{a540}=0,383\pm 0,008$  cm<sup>-1</sup>), medio maturo ( $\mu_{a540}=0,451\pm 0,004$  cm<sup>-1</sup>) e molto maturo ( $\mu_{a540}=0,537\pm 0,014$  cm<sup>-1</sup>). I meloni sono stati poi analizzati per il colore della buccia e della polpa, l'etilene interno, la durezza, la succosità, il contenuto in solidi solubili e in caroteni carotenoidi totali e l'acidità. I frutti classificati "molto maturi" hanno mostrato colore della buccia più giallo ( $h^{\circ}sk=101\pm 1$ ), colore della polpa tendente all'arancio ( $h^{\circ}p=66,6\pm 0,3$ ), maggiore succosità (15,9 $\pm$ 1,4%) e maggiore contenuto in caroteni carotenoidi totali (22,7 mg $\pm$ 1,2 mg kg<sup>-1</sup> p.f.) rispetto ai frutti classificati "poco maturi" ( $Hh^{\circ}sk=107\pm 1$ ;  $Hh^{\circ}p=67,6\pm 0,3$ ; succosità=11,4 $\pm$ 1,2%; caroteni carotenoidi totali=19,5 $\pm$ 0,7 mg kg<sup>-1</sup> p.f.). Non sono state osservate differenze significative relativamente al contenuto di etilene interno e alla durezza della polpa, anche se l'etilene aumenta dai frutti "poco maturi" (88,4 $\pm$ 33 32,5 ppm), ai "medio maturi" (9594,9 $\pm$ 33 6,2 ppm) e ai "molto maturi" (115,0 $\pm$ 4 3,9 ppm), mentre la durezza diminuisce (12,8 $\pm$ 1,2 N; 12,3 $\pm$ 0,7 N; 10,7 $\pm$ 0,5 N, rispettivamente). Relativamente al contenuto in solidi solubili e all'acidità non sono state rilevate differenze significative o un trend particolare con la classe di maturazione TRS. Il contenuto in solidi solubili era pari a 10,1 $\pm$ 0,2 °Brix mentre l'acidità era di 0,563,57 $\pm$ 0,020,12 g L<sup>-1</sup> acido citricomeq/100 g succo. È stata osservata una bassa ma significativa correlazione tra  $\mu_{a540}$  e caroteni totali ( $rSP=0,60$ ) e tra  $H^{\circ}p$  e caroteni totali ( $rSP=-0,79$ ). Queste correlazioni non particolarmente soddisfacenti potrebbero essere dovute alla scarsa variabilità del colore della polpa. La tecnica TRS potrebbe essere uno strumento utile per determinare in modo non distruttivo il grado di maturazione dei meloni; tuttavia, la sua applicabilità dovrà essere valutata su un numero più elevato di frutti e su altre varietà.

## Potential use of Hyperspectral Imaging for Authentication of Rocket Leaves Produced According to Agricultural practices

Mojtaba Nosrati, Hassan Fazayeli, Danial Fatchurrahman, Aysha Saleem, Maria Luisa Amodio, Giancarlo Colelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente, Università di Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia, Italy.

Corresponding author: [Marialuisa.amodio@unifg.it](mailto:Marialuisa.amodio@unifg.it)

**Parole chiave:** Discrimination, water use, fertilization, Non- destructive, PLS-DA, ASCA

### Abstract

In this study we assessed the potentiality of hyperspectral imaging for the discrimination of different management systems for water and fertilizer use on rocket leaves. Soilless cultivation of rocket (*Diplotaxis tenuifolia* L. cv Dallas) was conducted in unheated tunnels combining two levels of fertilization with two irrigation management systems (sensor based and conventionally timer based), resulting in a factorial design. In detail, in Timer the irrigation was empirically managed with a timer providing a fixed irrigation schedule, periodically adjusted on the basis of the amount of the drainage fraction (about 35% according to the common practice). In Sensor based treatment, the irrigation was automatically applied through dielectric sensors (GS3, Decagon Devices, Pullman, WA, USA) based on real time measurement of the substrate volumetric water content variations, thus reflecting plant water consumption and needs and resulting in a more sustainable use of irrigation water. A 0.35 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> volumetric water content irrigation set-point was adopted, corresponding to a moisture level slightly lower than substrate maximum water holding capacity. In relation to fertilization, a mix of Osmocote Exact and Osmocote CalMag, (ICL Specialty Fertilizers, Treviso, Italy) was used in the substrate in a dose of 3.75 and 1 g L<sup>-1</sup> for the high level, whereas a 40% reduced dose, was selected for the low level, according to the standard recommendations provided in the label of the fertilizer for “high dosage” or “low dosage”, respectively. Reflectance spectra were acquired using Vis-NIR ranges between 400-1000 nm and NIR ranges between 900-1700 nm. After pretreatment, spectra were used for discriminant models of the 4 treatments and for ANOVA-simultaneous component analysis (ASCA) in order to understand the effect of each factor on spectral response. Comparing four different treatments, PLS-DA model yielded the accuracy of 98.19%, 97.6%, and 97.2% for the cross validation, calibration, and prediction system, respectively in Vis-NIR ranges while in NIR ranges the accuracy improved to 100%, 99.8%, and 99.5%. Moreover, applying ASCA significant wavelengths were selected. Results indicated promising potentiality of hyperspectral imaging for the authentication of low input managed agricultural systems.

## **Impiego di tecniche iperspettrali per predire il contenuto in zuccheri in frutti di actinidia**

**Antonia Corvino<sup>1</sup>, Michela Palumbo<sup>1</sup>, Ilde Ricci<sup>1</sup>, Maria Cefola<sup>1</sup>, Beniamino Gioli<sup>2</sup>, Andrea Genangeli<sup>2,3,4</sup>, Giovanni Giannotta<sup>4</sup>, Bernardo Pace<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), c/o CS-DAT, Foggia, (Italia)

<sup>2</sup>Istituto della Bioeconomia– IBE, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Via Caproni 8, 50145, Firenze (Italia)

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali dell'Università di Firenze, P. le delle Cascine 18, 50144, Firenze, (Italia).

<sup>4</sup> FOS S.p.A.- Via Enrico Meloni, 77/ed.A, 16152 Genova, (Italia)

Corresponding author: [antonia.corvino@ispa.cnr.it](mailto:antonia.corvino@ispa.cnr.it)

**Parole chiave:** *Actinidia deliciosa* Planch, NIR, analisi di immagine, fruttosio

### **Abstract**

Il grado di maturazione dei frutti è tradizionalmente individuato con metodi analitici che prevedono la distruzione del campione, lunghi tempi di analisi, così come l'impiego di reagenti chimici, costosi ed inquinanti. Pertanto, la ricerca sta cercando di superare questi limiti attraverso l'impiego di tecniche non distruttive finalizzate alla riduzione dei tempi di lavoro ed all'ottimizzazione delle risorse durante la fase analitica. L'obiettivo di questo studio è quello di predire il momento ottimale di raccolta di frutti di actinidia a polpa verde (cv Hayward), sia mediante l'utilizzo di strumenti di acquisizione d'immagine nello spettro del visibile, che attraverso l'impiego di tecnologie iperspettrali. A tal fine, frutti di due aziende raccolti in tre epoche distinte, forniti da APOFRUIT Italia soc. coop, sono stati sottoposti ad analisi di immagine nei laboratori del CNR-ISPA e ad analisi iperspettrale dall'azienda FOS S.p.A., presso il NOI Techpark, mediante l'utilizzo di uno spettroradiometro ad alta risoluzione, caratterizzato da un range spettrale compreso tra 350 e 2500 nm. I dati radiometrici raccolti da ogni frutto sono stati convertiti in riflettanza mentre, in parallelo, i frutti sono stati analizzati per la misura dei seguenti parametri chimico-fisici: pH, acidità titolabile, sostanza secca, solidi solubili totali, zuccheri semplici (glucosio, fruttosio, saccarosio), attività antiossidante e contenuto in fenoli totali. Sul dataset dei parametri distruttivi è stata condotta l'analisi della varianza, dalla quale è risultata una correlazione tra il tenore in zuccheri e le diverse epoche di raccolta. Pertanto, questi dati sono stati elaborati utilizzando un approccio regressivo multivariato di tipo PLS (Partial Least Squares Regression), per ricercare una correlazione tra le misure spettrali ed il contenuto in zuccheri. Sono stati ottenuti modelli PLS validati, in grado di predire il contenuto dei singoli zuccheri a partire dagli spettri in riflettanza, evidenziando una prevalente correlazione nella regione spettrale del rosso e nella porzione appena iniziale del vicino infrarosso, con un range compreso tra 650 ed 800 nm. I modelli di predizione sono risultati significativamente attendibili per la predizione del contenuto in fruttosio; potranno essere ulteriormente migliorati attraverso l'implementazione del numero di osservazioni. Nessuna correlazione è stata osservata tra i dati colorimetrici ottenuti dall'acquisizione d'immagine ed i parametri analitici.

S5 P6

## **La sanificazione ambientale durante la conservazione e la commercializzazione di prodotti ortofrutticoli**

**Mattè Pierluigi<sup>1</sup>, Luca Buglia<sup>1</sup>, Tateo Vitantonio<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fruit Control Equipments, Locate Triulzi (MI)

Corresponding author: [buglia@fruitcontrol.it](mailto:buglia@fruitcontrol.it)

**Parole chiave:** Sanificazione, atmosfera controllata, ionizzazione, microrganismi

### **Abstract**

La sanificazione ambientale è ormai diventata una priorità nel settore alimentare. Fruit Control, storicamente riconosciuta a livello internazionale come leader nel settore dell'atmosfera controllata, ha investito anche nel settore igienico-sanitario con l'utilizzo di ionizzatori per l'eliminazione dei microrganismi negli ambienti agroalimentari. La presentazione riporta i risultati relativi a questa tecnologia su diversi prodotti, incluse piattaforme di distribuzione di frutta e verdura. In particolare, i risultati sono riportati su uva da tavola, radicchio e in un magazzino di stoccaggio e distribuzione. Environmental sanitation has now become a priority in the food sector. Fruit Control, historically recognized internationally as a leader in the controlled atmosphere sector, has also invested in the sanitation sector with the use of ionizers for the elimination of microorganisms in agri-food environments. The presentation reports the results of this technology on various products including fruit and vegetable distribution platforms. In particular, the results are reported on table grapes, radicchio and in a storage and distribution warehouse.

## Trattamenti ecosostenibili ed edibili: la nuova frontiera del postraccolta

**Anna Magri<sup>1,2</sup>, Milena Petriccione<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Università degli studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Caserta

<sup>2</sup>CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Caserta

Corresponding author: [anna.magri@unicampania.it](mailto:anna.magri@unicampania.it)

**Parole chiave:** IV gamma, sistema antiossidante, trattamenti post-raccolta, chimica ecosostenibile

### **Abstract**

Frutta e verdura hanno una vita postraccolta relativamente breve e sono soggetti a decadimenti fisiologici e biochimici. Anche dopo la raccolta, i prodotti vegetali subiscono processi di maturazione e di senescenza che devono essere controllati per prolungare la qualità postraccolta e controllare la perdita di elementi preziosi e nutrizionali. I frutti di IV gamma sono ancor più deperibili dei frutti interi a causa dello stress ossidativo indotto dal taglio, che danneggia le cellule ed elimina la compartimentazione subcellulare. Le perdite possono verificarsi anche a causa di una cattiva manipolazione e conservazione, di un imballaggio inadeguato e di infezioni microbiche e fungine. Negli ultimi decenni, numerosi metodi e tecnologie sono stati ideati per controllare le perdite postraccolta. Una delle tante tecnologie prevede la sintesi di rivestimenti ecosostenibili ed edibili. Le pellicole e i rivestimenti commestibili sono strati sottili applicati sui prodotti appena raccolti o di IV gamma per proteggerli e migliorare la loro qualità. Questi vengono preparati con fonti naturali e rinnovabili che risultano edibili. Queste pellicole sono rispettose dell'ambiente e contengono antiossidanti, agenti anti-imbrunimento, antimicrobici e coloranti. La chimica e la natura di questi film e rivestimenti varia a seconda del prodotto alimentare in cui essi vengono impiegati. Nella lavorazione dei frutti, i rivestimenti possono essere applicati attraverso vari metodi, tra cui immersione, spruzzatura e spazzolatura. I componenti principalmente utilizzati per sintetizzare i rivestimenti commestibili vengono categorizzati in quattro classi: che includono proteine, polisaccaridi, lipidi e composti legati ad altre molecole. I rivestimenti vengono utilizzati come barriere passive e inattive per preservare la qualità di frutta e verdura e riducono gli effetti dannosi degli stress chimici e meccanici. Allo stesso modo, i rivestimenti possono regolare l'umidità, l'ossigeno, l'anidride carbonica e i trasferimenti di etilene, trattenere i composti volatili responsabili dell'aroma e del gusto e migliorare la manipolazione meccanica e l'integrità strutturale di frutta e verdura. Diversi studi hanno dimostrato che questi trattamenti post-raccolta possono influenzare il sistema enzimatico antiossidante in particolare, il ciclo dell'ascorbato-glutatione, riducendo il contenuto di specie reattive dell'ossigeno responsabili dell'induzione dello stress ossidativo e dei conseguenti danni a livello cellulare. Tuttavia, l'efficienza dei rivestimenti commestibili dipende dal tipo di biopolimeri presenti nella loro composizione. Tra i diversi biopolimeri quelli che sono maggiormente studiati ed utilizzati per frutta e verdura appartengono ai polisaccaridi come l'amido, le gomme, gli alginati, il chitosano e la carragenina.



## **SESSIONE 6**

### **ALTERAZIONI FISILOGICHE E PATOLOGICHE**

*Chairman:* Maria Concetta Strano (CREA-OFA)

## **Analisi dell'effetto delle variabili in preraccolta e degli antiossidanti del frutto sul riscaldamento superficiale nella pera "Abate Fétel"**

**Alessandro Bonora<sup>1</sup>, Anna Venturoli<sup>1</sup>, Melissa Venturi<sup>1</sup>, Alexandra Boini<sup>1</sup>, Luca Corelli Grappadelli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Università di Bologna, Dip. Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Bologna (BO)

Corresponding author: [a.bonora@unibo.it](mailto:a.bonora@unibo.it)

**Parole chiave:** pera, fattori preraccolta, riscaldamento superficiale, capacità antiossidante, acidi organici

### **Abstract**

Il riscaldamento superficiale (RS) è uno delle principali fisiopatie che possono compromettere la qualità post-raccolta delle pere. Le cause ipotizzate del RS sono legate a processi ossidativi che avvengono nella buccia del frutto. Le molecole antiossidanti come l'acido ascorbico ed i composti fenolici possono dunque svolgere un ruolo chiave nella prevenzione del RS. Inoltre, l'ambiente di coltivazione, la maturazione dei frutti o il contenuto di acidi organici, in particolare l'acido malico, hanno una grande influenza sull'insorgenza dei sintomi del RS. Lo scopo di questo progetto è di comprendere meglio la relazione tra attività antiossidante, contenuto di fenoli e sviluppo di RS sulle pere "Abate Fétel". In aggiunta, l'effetto sul RS di fattori preraccolta, come fertilizzazione, irrigazione o condizioni climatiche, e caratteristiche qualitative come dimensione del frutto, valori I<sub>AD</sub>, compattezza della polpa, sostanza secca e acidità sono stati studiati utilizzando un approccio statistico multifattoriale. I dati sono stati raccolti in trenta diversi appezzamenti di "Abate Fétel" nella regione Emilia-Romagna tra il 2018 ed il 2020 ed i frutti sono state conservati in atmosfera normale per 120 giorni. Alcuni campioni sono stati trattati con 1-MCP come controllo. La capacità antiossidante è stata determinata con il metodo DPPH ed il contenuto fenolico totale con il protocollo colorimetrico Folin-Ciocalteu. D'altra parte, gli acidi organici sono stati determinati mediante HPLC. L'analisi multivariata dimostra l'influenza dei fattori preraccolta e dei parametri di qualità come la capacità antiossidante e il contenuto fenolico nello sviluppo del RS. I dati mostrano la presenza di valori soglia di antiossidanti, fenoli e acidi organici per assicurare al frutto una buona protezione contro RS. Anche una certa disponibilità di acqua, fioriture più tardive, una scarsa concimazione azotata e temperature minime basse al momento dello stacco sembrano avere un impatto nel controllare la presenza del RS all'uscita cella. Per concludere, sarebbe auspicabile la definizione di un modello previsionale per l'insorgenza del riscaldamento superficiale che tenga in considerazione i dati preraccolta ed il contenuto di antiossidanti in diverse aziende, in modo tale da migliorare la gestione della conservazione e commercializzazione delle pere "Abate Fétel".

## **10 anni di sperimentazione sulla profilassi pre e post raccolta per il contenimento del marciume lenticellare da *Neofabraea alba* su mele**

**Gianni Ceredi<sup>1</sup>, Giacomo Fava<sup>1</sup>, Marta Mari<sup>2</sup>, Fiorella Neri<sup>2</sup>, Alessandra Di Francesco<sup>2-3</sup>**

<sup>1</sup>Apofruit Italia Soc. coop Agricola, Cesena (FC)

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL) – Università di Bologna (BO)

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Ambientali e Animali (DI4A), Università di Udine (UD)

Corresponding author: [gianni.ceredi@apofruit.it](mailto:gianni.ceredi@apofruit.it)

**Parole chiave:** Lenticella, Latenza, Maturazione, Profilassi, Conservazione

### **Abstract**

Il marciume lenticellare rappresenta una costante minaccia alla conservabilità delle mele nel nord Italia, soprattutto su varietà caratterizzate da un'elevata sensibilità come quelle appartenenti al gruppo cripps®. Recenti indagini condotte nella regione Emilia Romagna hanno mostrato che questo tipo di marciume può portare in determinate annate a perdite che possono interessare dal 5 all'8% dei frutti destinati alla conservazione. Sono diverse le specie del genere *Neofabraea* che possono causare marciume lenticellare (*N. alba*, *N. perennans*, *N. malicorticis* e *N. kienholzii*). In Emilia Romagna la specie predominante resta in ogni caso *N. alba*. L'agente patogeno causale dal punto di vista bio-epidemiologico presenta delle peculiarità che rendono alcuni tratti della profilassi talvolta incerta ed aleatoria. La difficoltà nell'individuazione delle fonti primarie dell'inoculo e conseguentemente nella possibilità di monitorarlo, l'assenza di sintomi manifesti su organi vegetali fatta eccezione per i frutti, il prolungato periodo di latenza delle infezioni che si manifestano unicamente su prodotto in conservazione e lo stato di maturazione del prodotto come fattore di forte condizionamento dei processi infettivi, hanno segnato un perimetro complesso entro il quale tuttavia si è riusciti a definire, attraverso un lungo e meticoloso lavoro, una soddisfacente profilassi. Questa ha saputo trarre vantaggio dalla fitoiatria (trattamenti pre e postraccolta), da tecniche di conservazione (impiego di 1-MCP), dalla gestione e dalla tempistica della raccolta, dai parametri correlati allo stato di maturazione dei frutti (adozione dell'Index of the Absorption Difference, IAD), fino all'applicazione di metodi alternativi e innovativi di contrasto ai patogeni, quali ad es. la termoterapia. L'applicazione di metodi validati in successione e complementarietà ha fornito risposte efficienti, riducendo le perdite in maniera significativa.

## Effetto dell'impiego di oli essenziali sul marciume grigio e sul microbioma delle mele in conservazione

**Giulia Remolif<sup>1</sup>, Giada Schiavon<sup>1</sup>, Marco Garello<sup>1</sup>, Giovanna Roberta Meloni<sup>1</sup>, Fabio Buonsenso<sup>1</sup>, Davide Spadaro<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>DISAFA – Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali ed Alimentari e AGROINNOVA – Centro di Competenza, Università di Torino, Grugliasco (TO)

Corresponding author: [gi.remolif@unito.it](mailto:gi.remolif@unito.it)

**Parole chiave:** *Botrytis cinerea*, *Malus domestica*, olio essenziale di timo, timolo, marciume grigio

### Abstract

Uno tra i principali patogeni che colpisce le mele in post-raccolta è *Botrytis cinerea*, agente causale della muffa grigia. Le strategie di difesa impiegate si basano principalmente su trattamenti chimici. La strategia “Farm-to-Fork”, adottata dall’Unione Europea, prevede la riduzione del 50% dell’uso di agrofarmaci entro il 2030. Di rilevante interesse, quindi, è lo sviluppo di mezzi di lotta alternativi all’uso di prodotti di sintesi. Scopo del presente lavoro è stato di saggiare l’attività antifungina di oli essenziali (OE) di timo, santoreggia, basilico e di un prodotto commerciale sperimentale a base di timolo contro *B. cinerea* su mele ‘Opal’ in post-raccolta. Per verificare la potenziale attività antifungina degli OE, è stata inizialmente allestita una prova *in vitro*. Successivamente sono state eseguite prove *in vivo* in cui le mele sono state inoculate con *B. cinerea* e trattate tramite biofumigazione con i diversi OE all’1% di concentrazione. I rilievi fitopatologici sono stati eseguiti dopo 30 e 60 giorni di conservazione all’interno di cabinet in celle refrigerate a  $1\pm 1^\circ\text{C}$  e dopo 10 giorni di shelf-life. Sono state effettuate le analisi qualitative (durezza, solidi solubili e acidità titolabile) alla raccolta, dopo 30 e dopo 60 giorni di conservazione. È stata analizzata la composizione del microbioma fungino dei frutti trattati con OE di timo, con un fungicida e dei frutti testimone non trattati, per valutare l’effetto dei trattamenti sulla popolazione microbica. È stata inoltre eseguita la caratterizzazione dei composti volatili rilasciati dagli OE all’interno dei cabinet tramite SPME-GC-MS, al fine di correlare l’attività antifungina registrata a specifiche componenti aromatiche. Nella prova *in vitro*, tutti i prodotti saggiati all’1% hanno mostrato un’efficacia del 100% nell’inibizione della crescita di *B. cinerea*. Gli OE di santoreggia, di timo e il prodotto commerciale a base di timolo *in vivo* sono risultati efficaci nel ridurre i marciumi a 30 e 60 giorni di conservazione, ma tale efficacia si è persa durante la shelf life. A livello qualitativo non sono state osservate differenze statisticamente significative ai tre tempi rispetto ai valori ottenuti dai frutti non trattati. I dati relativi alla composizione del microbioma confermano l’efficacia sia dei trattamenti con OE di timo sia del fungicida, che hanno comportato una riduzione dell’abbondanza relativa di *B. cinerea* rispetto al testimone non trattato. Tuttavia, tra i generi di microrganismi favoriti dall’OE di timo, era incluso *Penicillium*, che comprende alcune specie patogene in post-raccolta. Nell’atmosfera dei cabinet sono stati rilevati ad alte concentrazioni il timolo (trattamento con OE di timo e prodotto commerciale), il carvacrolo (OE di santoreggia) e l’estragolo (OE di basilico), che sono responsabili dell’attività antifungina. Il trattamento con alcuni OE è risultato efficace nel contenere lo sviluppo di *B. cinerea* su mele ‘Opal’ in post-raccolta e le future sperimentazioni si concentreranno sugli oli più promettenti al fine di individuare il prodotto più idoneo da impiegare per una strategia di difesa sostenibile dal marciume grigio delle mele in post-raccolta.

## **Efficacia di oli essenziali nel contenimento di marciumi da conservazione su nettarine**

**Giulia Remolif<sup>1</sup>, Marco Garello<sup>1</sup>, Giada Schiavon<sup>1</sup>, Fabio Buonsenso<sup>1</sup>, Davide Spadaro<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>DISAFA – Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali ed Alimentari e AGROINNOVA – Centro di Competenza, Università di Torino, Grugliasco (TO)

Corresponding author: [davide.spadaro@unito.it](mailto:davide.spadaro@unito.it)

**Parole chiave:** *Monilinia* spp., marciume bruno, olio essenziale di basilico, *Prunus persica*, microbioma

### **Abstract**

I principali patogeni che colpiscono nettarine in post-raccolta sono *Monilinia* spp., *Penicillium* spp., *Botrytis* spp. e *Alternaria* spp. Le strategie di difesa attualmente impiegate si basano principalmente su trattamenti chimici con azione preventiva, tuttavia il loro utilizzo può causare la comparsa di ceppi di patogeni fungini resistenti ed effetti negativi sull'ambiente e sulla salute umana. L'impiego di prodotti innovativi e sostenibili è considerato un'alternativa promettente all'utilizzo di fungicidi. Scopo del lavoro è stato di saggiare l'efficacia di alcuni oli essenziali (OE) nel contenimento di marciumi da conservazione su nettarine. Una prima prova è stata allestita inoculando le nettarine con *Monilinia fructicola* e trattando con gli OE di timo rosso, finocchio dolce, basilico, origano e limone al 2% mediante l'utilizzo di diffusori a lento rilascio. I rilievi fitopatologici sono stati eseguiti dopo 14 giorni di conservazione a 1±1°C in atmosfera normale e dopo 7 giorni di shelf-life. Alla fine della conservazione le nettarine trattate con OE di finocchio hanno mostrato una riduzione significativa dei marciumi rispetto al testimone inoculato, con un'incidenza di marciumi comparabile al testimone chimico. I tre OE che hanno presentato la maggiore attività di inibizione (finocchio, limone e basilico) sono stati selezionati per l'impostazione di una seconda prova, in cui le nettarine non sono state inoculate e sono stati misurati i marciumi da conservazione. Inoltre, è stato monitorato il microbioma epifitico ed endofitico del trattamento con OE di basilico, del trattamento chimico e del testimone non trattato per valutare l'effetto sulla popolazione microbica delle nettarine. I rilievi sono stati eseguiti dopo 28 giorni di conservazione a 1±1°C in atmosfera normale e dopo 5 giorni di shelf-life a 20 °C. Alla fine della conservazione le nettarine trattate con tutti gli OE hanno mostrato una riduzione dei marciumi statisticamente significativa rispetto al testimone inoculato. Inoltre analisi qualitative effettuate subito dopo la raccolta, a fine conservazione e a fine shelf-life non hanno evidenziato differenze statisticamente significative rispetto ai valori ottenuti dai frutti non trattati, dimostrando che il trattamento con OE non altera la qualità dei frutti. Dai dati relativi alla composizione del microbioma emerge che il trattamento con OE di basilico è in grado di ridurre l'abbondanza di *Monilinia* spp. a livello epifitico, ma sembra favorire la presenza di *Penicillium* spp. durante la shelf-life. Il trattamento chimico è risultato efficace nel ridurre la presenza di *Monilinia* spp. L'abbondanza di alcuni altri generi fungini è risultata modificata dal trattamento con l'OE di basilico. I risultati ottenuti hanno mostrato come i trattamenti con alcuni OE (finocchio, basilico e limone) siano in grado di ridurre lo sviluppo di *Monilinia* spp. su nettarine in conservazione. Sulla base di questi risultati saranno necessarie future sperimentazioni al fine di ottimizzare l'impiego di tali prodotti ai fini di una riduzione dei marciumi post-raccolta.

## Studio dei composti fenolici nel controllo del riscaldamento superficiale in pere Abate Fetel

**Buccheri M.<sup>1</sup>, Caramanico R., Lo Scalzo R., Cortellino G., Lovati F., Grassi M., Vanoli M.**

<sup>1</sup>CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Milano

Corresponding author: [marina.buccheri@crea.gov.it](mailto:marina.buccheri@crea.gov.it)

**Parole chiave:** Atmosfera Controllata, Polifenoli,  $\alpha$ -farnesene, 1-MCP, MDA

### Abstract

Il riscaldamento superficiale è una fisiopatia che limita la commercializzazione e le possibilità di conservazione dei frutti di diverse cultivar di pera. I meccanismi biochimici legati all'insorgenza del riscaldamento non sono ancora chiari: sono coinvolti composti come l' $\alpha$ -farnesene e i trienoli coniugati (suoi prodotti di ossidazione) ma sembra che anche i composti antiossidanti presenti nella buccia possano avere un ruolo nel proteggere i frutti da questa fisiopatia. In questo lavoro frutti di pera Abate Fetel trattati (T) e non trattati (NT) con 1-metilciclopropene (1-MCP) sono stati conservati a -1°C in aria (AN) o in atmosfera controllata (AC) (8% O<sub>2</sub>, 1% CO<sub>2</sub>) per 4 mesi e analizzati al termine della conservazione +7 giorni di *shelf-life* a 20°C. I frutti NT conservati in AN hanno mostrato un'alta percentuale di riscaldamento (oltre il 70%) seguiti dalla tesi NT-AC (circa 40%), mentre valori molto più bassi sono stati riscontrati nelle tesi T-AN (7%) e T-AC (0,8%). La produzione di etilene (media dei giorni 0, 3 e 7 di *shelf-life*) era nettamente superiore nella tesi NT-AN (387pmol/kg/h), seguita dalla stessa tesi NT-AC (352 pmol) e quindi dalle due tesi T-AC e T-AN (71 e 72 pmol/kg/h, rispettivamente). L'epicarpo dei frutti è stato analizzato per valutare la presenza di composti biochimici potenzialmente legati alla presenza del riscaldamento superficiale. La concentrazione di  $\alpha$ -farnesene ha presentato valori simili (circa 25nmol/cm<sup>2</sup> di buccia) in tutte le tesi, mentre si sono registrate differenze significative nella concentrazione di trienoli coniugati (CT). In particolare, le tesi T hanno mostrato una concentrazione di CT269 e CT281 inferiori alle tesi NT mentre, al contrario, il rapporto CT258/281 (circa 1,5) era nettamente superiore rispetto ai frutti NT (circa 0,8). La concentrazione di malondialdeide (MDA) nella buccia era più bassa nei frutti T-AC, denotando un minore tasso di perossidazione lipidica e quindi un minore stress ossidativo dei tessuti. I frutti trattati con 1-MCP hanno presentato una maggiore attività antiossidante totale rispetto ai non trattati, indipendentemente dall'atmosfera di conservazione. Il contenuto in polifenoli totali ha seguito l'andamento dell'attività antiossidante totale, mostrando con questa una buona correlazione ( $r=0,81$ ). Per quanto riguarda il contenuto dei singoli polifenoli, misurato mediante HPLC, nessuna differenza significativa è stata rilevata fra le tesi per quercetina, acido caffeico, quercetina-3-galactoside e rutina; al contrario i frutti trattati con 1-MCP, sia conservati in AN che in AC, hanno mostrato un contenuto di catechina, epicatechina e acido clorogenico superiore a quello delle altre tesi. Anche il contenuto di altri due glucosidi della quercetina (2 picchi con  $\lambda_{max}$  355nm, non ancora identificati) è risultato, a parità di atmosfera di conservazione, più elevato nei frutti trattati. Il trattamento con 1-MCP ha indotto nei frutti una riduzione della produzione di etilene senza però influire, come ci si sarebbe aspettati, sul contenuto in  $\alpha$ -farnesene. È probabile che il fattore scatenante per l'insorgenza del riscaldamento non sia il contenuto in  $\alpha$ -farnesene "in sé", ma piuttosto la facilità o meno con cui esso si ossida dando luogo ai trienoli coniugati. Il trattamento con 1-MCP e la conseguente riduzione della produzione di etilene, potrebbero aver influito sull'attività di alcuni enzimi, come la fenilalanina ammonio liasi o la polifenolossidasi, favorendo l'accumulo di alcuni polifenoli. Questi composti, che hanno un'elevata attività antiossidante, potrebbero aver contribuito a ridurre l'ossidazione dell' $\alpha$ -farnesene e, conseguentemente, l'insorgenza del riscaldamento. Ulteriori studi saranno necessari per verificare questa ipotesi.

**8° Convegno Nazionale GdL SOI Postraccolta**

**Pescia (PT), 29-30 settembre 2022**



# **APPUNTI**

**8° Convegno Nazionale GdL SOI Postraccolta**

**Pescia (PT), 29-30 settembre 2022**



# **APPUNTI**

**8° Convegno Nazionale GdL SOI Postraccolta**

**Pescia (PT), 29-30 settembre 2022**



# **APPUNTI**

**8° Convegno Nazionale GdL SOI Postraccolta**

**Pescia (PT), 29-30 settembre 2022**



# **APPUNTI**

**8° Convegno Nazionale GdL SOI Postraccolta**

**Pescia (PT), 29-30 settembre 2022**



# **APPUNTI**

**8° Convegno Nazionale GdL SOI Postraccolta**

**Pescia (PT), 29-30 settembre 2022**



# **APPUNTI**