



Finanziatore	Regione Lombardia
Bando	Bando 2018 per Progetti di ricerca in campo agricolo e forestale – d.d.s. n. 4403 del 28/03/2018 – Scorrimento della graduatoria, d.d.s. 2955/2020
Titolo	Economia circolare e sostenibilità della filiera della pera IGP del Mantovano
Acronimo	ESPERA
Numero identificativo	17

D3.1 RAPPORTO PRELIMINARE SULLA LOGISTICA

Work Package	WP3
Responsabile	CREA-IT.MI
Partecipanti	POLIMI DFIS, POLIMI DIG, CNR-IFN, UNIMI ESP
Classificazione	CO (Confidenziale)
Data	27/01/2021
Versione	1.0

Versioni

Versione	Data	Commenti	Autori
1.0	27/01/2021	Versione preliminare	CREA-IT.MI (M.Vanoli)
1.1	28/01/2021	Revisione	POLIMI-DFIS (A.Torricelli)

Dichiarazione di originalità:

Questo rapporto contiene materiale originale non pubblicato precedentemente, eccetto dove diversamente indicato mediante citazioni e riferimenti bibliografici.

Le attività che hanno condotto a questi risultati hanno ricevuto finanziamento da Regione Lombardia nell'ambito del bando Bando 2018 per Progetti di ricerca in campo agricolo e forestale – d.d.s. n. 4403 del 28/03/2018.

Indice

1.	RIEPILOGO GENERALE	4
2.	INTRODUZIONE	5
3.	CONTENUTO	6
4.	CONCLUSIONE E SVILUPPI FUTURI.....	10

Lista delle figure

Figura 1- Modalità di conservazione e tempistica delle analisi delle pere selezionate per la sperimentazione 2020-2021. p.9

Lista delle tabelle

Tabella 1 – Epoca di raccolta, condizioni di conservazione (temperatura, atmosfera, durata) e problemi qualitativi relativi a pere Abate Fetel e Conference IGP Mantovane. p.6

Tabella 2 – Elenco degli Esami e relativo significato p.8

1. Riepilogo generale

L'obiettivo generale del progetto ESPERA è il miglioramento della gestione della filiera della pera IGP del Mantovano nel contesto dei paradigmi di economia circolare e sostenibilità. Grazie all'integrazione di tecnologie innovative di misurazione e selezione dei frutti sulla base di parametri di qualità interna ed esterna e una riconfigurazione dei processi produttivi, il progetto mira a prevenire la generazione di sprechi e ad ottimizzare e incrementare i volumi e la qualità delle pere vendute, ampliando la gamma dei possibili mercati di sbocco sulla base delle diverse caratteristiche dei frutti.

Il progetto ESPERA si avvale di un approccio tecnico e scientifico basato sui concetti di innovazione, collaborazione e circolarità come ingredienti per la sostenibilità del sistema agroalimentare. Le caratteristiche di innovazione del progetto riguardano l'impiego di un approccio multidisciplinare che combina una nuova tecnica ottica (spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo, TRS) e un innovativo modello di cinetica di maturazione dei frutti per arrivare alla definizione di indicatori di maturazione alla raccolta da utilizzare per la selezione alla raccolta dei frutti. Il progetto si basa anche sull'innovazione di prodotto e di processo in quanto è previsto il recupero del materiale di scarto mediante un approccio combinato che prevede l'impiego di frutti con fisiopatie o difettati per la produzione di rondelle essiccate di pera e l'uso dello sfrido della produzione di rondelle per l'estrazione di composti ad alto valore salutistico.

2. Introduzione

La Pera IGP Mantovana conta sei varietà: Abate Fétel, Conference, Decana del Comizio, Kaiser, Max Red Bartlett e William che vengono commercializzate grazie all'attività della Cooperativa Ortofrutticola Mantovana (C.Or.Ma.). Secondo il disciplinare in corso le 6 varietà di pere che costituiscono la Pera IGP Mantovana vengono conservate in atmosfera refrigerata normale (AN) mentre solo 3 varietà (Conference, Kaiser e Decana del Comizio) possono essere conservate in atmosfera controllata (AC). L'adozione della conservazione in AC potrebbe creare problemi alle pere Abate Fétel in quanto l'abbassamento del tenore di ossigeno nella cella di conservazione potrebbe facilitare lo sviluppo del riscaldamento molle, una alterazione fisiologica che si manifesta attraverso la comparsa di macchie brune sulla buccia che si approfondiscono per 5-7 millimetri nella polpa sottostante. Quando il livello di ossigeno adottato non è particolarmente basso (8-12%) il prolungamento della conservazione potrebbe facilitare lo sviluppo del riscaldamento superficiale, una alterazione fisiologica tipica della conservazione a lungo termine in AN, che si manifesta attraverso la presenza di macchie brune sulla buccia dei frutti. I frutti colpiti da queste fisiopatie non sono commerciabili, costituendo quindi uno scarto per il produttore. Tali frutti potrebbero essere invece destinati alla produzione di rondelle di pera essiccate, un prodotto innovativo salutare. Lo sviluppo del riscaldamento superficiale è sempre stato controllato trattando le pere con etossichina, un composto chimico il cui uso è vietato in Italia ormai da qualche anno (direttiva CE 91/414). Una valida alternativa all'uso dell'etossichina è il trattamento dei frutti alla raccolta con 1-metilciclopropene (1-MCP), un composto chimico antagonista dell'etilene, che permette il controllo di alcune fisiopatie tra cui il riscaldamento superficiale ma che può influenzare la qualità dei frutti rallentandone l'ingiallimento della buccia e l'intenerimento della polpa arrivando in alcuni casi a provocare un vero e proprio blocco della maturazione e peggiorando le caratteristiche sensoriali dei frutti.

La misura dei frutti alla raccolta tramite spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo (TRS) permette di classificare i frutti in base al grado di maturazione. Il TRS, infatti, è in grado di esplorare la polpa di un frutto fino a una profondità di 2 cm e la misura del coefficiente di assorbimento a 670 nm (μ_a670) rappresenta un effettivo indice di maturazione per frutti quali pesche, nettarine, mele, pere e mango. Il valore di tale coefficiente, infatti, diminuisce con l'avanzare della maturazione dei frutti: bassi valori di μ_a670 indicano un frutto maturo, mentre elevati valori di μ_a670 indicano un frutto meno maturo o acerbo. La classificazione dei frutti in gradi di maturazione differenti effettuata in base al μ_a670 alla raccolta permetterebbe di modulare il dosaggio di 1-MCP in modo da consentire la maturazione delle pere e contemporaneamente controllare lo sviluppo di fisiopatie. Inoltre, tale classificazione permetterebbe di studiare l'effetto della maturazione alla raccolta sulla qualità dei frutti e sull'incidenza di fisiopatie dopo conservazione. In questo modo, la tecnica TRS consentirebbe di modulare le condizioni di conservazione (tipo di atmosfera e durata) diminuendo l'incidenza di frutti con difetti e quindi riducendo lo scarto pur mantenendo la qualità dei frutti.

3. CONTENUTO

Uno degli obiettivi del progetto Espera è la determinazione di un indice di maturazione non distruttivo, destinato ad essere usato come strumento di selezione per migliorare la conservazione dei frutti e più in generale la loro qualità. Un altro obiettivo del progetto Espera è la trasformazione dei frutti che presentano fisiopatie destinati allo scarto in quanto non idonei al consumo fresco, in rondelle essiccate di pera e conseguente recupero degli scarti della produzione di rondelle per l'estrazione di composti nutrizionali a funzionalità tecnologica di pregio e ad alto valore aggiunto.

Per portare avanti questi due obiettivi ci siamo rivolti alla cooperativa C.Or.Ma., in particolare al suo Direttore, al fine di individuare le problematiche relative alla maturazione, alla raccolta e alla tipologia e durata della conservazione delle pere IGP del Mantovano.

Le problematiche della Pera IGP Mantovana riguardano soprattutto due cultivar, Abate Fetel e Conference. Entrambe le cultivar sono conservate sia in atmosfera normale (AN) che in atmosfera controllata (AC) e vengono trattate al momento della raccolta con 1-MCP ed olio di pompelmo per rallentare la maturazione dei frutti ed evitare lo sviluppo del riscaldamento superficiale (Tabella 1). Sia Abate Fetel che Conference possono manifestare problemi di maturazione quando sono trattate con 1-MCP e possono sviluppare fisiopatie, quali riscaldamento superficiale, riscaldamento molle, presenza di macchie di colore nero sulla buccia soprattutto quando non sono state trattate con 1-MCP alla raccolta e vengono conservate oltre il periodo ottimale (Tabella 1). Le pere Abate Fetel non trattate con 1-MCP solitamente vengono conservate in AN e in AC fino a fine dicembre - metà gennaio mentre i frutti trattati con 1-MCP possono essere conservati fino ad aprile (Tabella 1). Le pere Abate Fetel vengono conservate a -1°C sia in AN che in AC. La composizione gassosa dell'AC è: 8-10% O_2 con 1-2% CO_2 fino a dicembre-gennaio, poi 10-14% o 16-18% O_2 fino ad aprile (Tabella 1).

Le pere Conference non trattate con 1-MCP solitamente vengono conservate in AN e in AC fino a fine gennaio mentre i frutti trattati con 1-MCP possono essere conservati fino ad aprile (Tabella 1). Le pere Conference vengono conservate a -1°C sia in AN che in AC. La composizione gassosa dell'AC è: 2-2,5% O_2 con 1% CO_2 (Tabella 1).

Tabella 1 – Epoca di raccolta, condizioni di conservazione (temperatura, atmosfera, durata) e problemi qualitativi relativi a pere Abate Fetel e Conference IGP Mantovane.

	Abate Fetel	Conference
Data raccolta	1 ^a decade di settembre	2 ^a decade agosto
Trattamento 1-MCP	sì	sì
Temperatura di conservazione	-1°C	-1°C
Atmosfera di conservazione	AN AC: 8-10% O_2 ; 1-2% CO_2 fino a dic-gen poi 10-14% o 16-18% O_2 fino ad aprile	AN AC: 2-2,5% O_2 ; 1% CO_2
Durata conservazione	senza 1-MCP: AN/AC fine dic-gen con 1-MCP: AN/AC aprile	senza 1-MCP AN/AC: fine gen con 1-MCP: AN/AC aprile
Problemi	Riscaldamento superficiale (AN) Riscaldamento molle (AC) Maturazione con 1-MCP	Riscaldamento superficiale/macchie (AN e AC) Maturazione con 1-MCP

Quindi, rimanendo nella logica dell'economia circolare e sostenibilità all'interno della filiera della Pera IGP mantovana:

- il TRS permetterebbe di classificare i frutti alla raccolta in base al grado di maturazione consentendo di modulare le condizioni di conservazione (trattamento con 1-MCP, atmosfera, durata) al fine di ottenere pere di qualità;
- allungando il periodo di conservazione in AN e in AC si darebbe ai produttori la possibilità di estendere il periodo di conservazione con il vantaggio di una maggiore flessibilità di conferimento del prodotto al mercato. Nello stesso tempo, i produttori avrebbero la possibilità di destinare i frutti che potrebbero sviluppare difetti alla produzione di rondelle essiccate dal cui scarto verrebbero poi recuperati composti nutrizionali ad alto valore aggiunto.

Per quanto riguarda le pere Abate Fetel oggetto della prima campagna di misure del progetto Espera, è stato elaborato un piano sperimentale che tenga conto delle modalità e tempistiche di conservazione adottate dalla cooperativa C.Or.Ma e riportate nella Tabella 1.

Considerando gli obiettivi del progetto, due sono le linee di ricerca da portare avanti:

- la prima linea di ricerca riguarda l'uso del TRS per determinare in modo non distruttivo il grado di maturazione alla raccolta dei frutti valutandone l'effetto ai fini delle modalità e tempistiche di conservazione.
- la seconda linea di ricerca riguarda la produzione di rondelle essiccate di pera a partire da frutti con fisiopatie, originariamente non destinati al consumo fresco con conseguente recupero degli scarti della produzione di rondelle per l'estrazione di composti nutrizionali.

Per quanto riguarda la prima linea di ricerca la base per ogni tesi sarà di 20 frutti: è il numero di frutti utilizzato in tutti gli esperimenti CREA-IT sulle pere.

Sono previsti:

- 60 frutti (20 per grado di maturazione TRS: poco, medio, molto maturo) da analizzare alla raccolta
- 720 frutti (considerando i frutti trattati e non trattati con 1-MCP e che l'ultima uscita commerciale per i frutti non trattati con 1-MCP è gennaio) così ripartiti:
 - 20 frutti/tesi
 - 3 gradi maturazione TRS (poco, medio, molto maturo)
 - 2 atmosfere di conservazione (AN e AC)
 - 2 trattamenti con 1-MCP (controllo e trattato)
 - 3 uscite (gennaio=ultima uscita commerciale, febbraio=1 mese dopo l'ultima uscita commerciale, marzo=2 mesi dopo l'ultima uscita commerciale)
- 360 frutti (considerando solo i frutti trattati con 1-MCP e che l'ultima uscita commerciale per i frutti trattati con 1-MCP è aprile) così ripartiti:
 - 20 frutti/tesi
 - 3 gradi maturazione TRS (poco, medio, molto maturo)
 - 2 atmosfere di conservazione (AN e AC)
 - 3 uscite (aprile= ultima uscita commerciale frutti trattati con 1-MCP, maggio=1 mese dopo l'ultima uscita commerciale frutti trattati con 1-MCP, giugno=2 mesi dopo l'ultima uscita commerciale frutti trattati con 1-MCP)

Per quanto riguarda la seconda linea di ricerca (produzione rondelle e uso degli scarti da frutti non trattati con 1-MCP), anche in questo caso la base è di 20 frutti/tesi.

Sono previsti 240 frutti così ripartiti:

- 20 frutti/tesi
- 3 gradi maturazione TRS (poco, medio, molto maturo)
- 2 atmosfere di conservazione (AN e AC)
- 2 uscite (febbraio=1 mese dopo l'ultima uscita commerciale, marzo=2 mesi dopo

l'ultima uscita commerciale)

Quindi I frutti da misurare alla raccolta con TRS saranno 1380.

La raccolta delle pere Abate Fetel è stata effettuata il 1° settembre 2021.

Il 2 settembre ci siamo recati alla cooperativa C.Or.Ma assieme ai colleghi del Dipartimento di Fisica del Politecnico e del CNR-IFN dove abbiamo selezionato da 4 bins i frutti necessari alla sperimentazione.

I 1380 frutti da misurare con TRS sono stati numerati in modo da essere sempre tracciabili.

I frutti sono stati misurati con il TRS a 670 nm ottenendo il coefficiente di assorbimento μ_a670 .

In seguito, le pere sono state ordinate in base a μ_a670 decrescente (da poco maturo a maturo) e randomizzate in 23 esami, ognuno corrispondente ad una atmosfera di conservazione, ad un trattamento con 1-MCP, ad una uscita dalle celle di conservazione e al tipo di analisi (qualitative o da destinare alla trasformazione in rondelle).

Ogni esame è costituito da 60 frutti: 20 frutti poco maturi, 20 frutti medio maturi e 20 frutti maturi. In questo modo in ogni esame sono presenti frutti rappresentativi di tutto il range di variazione di μ_a670 ed ogni esame è perfettamente confrontabile con gli altri.

L'elenco dei 23 esami con il relativo significato è riportato nella tabella 2.

Tabella 2 – Elenco degli Esami e relativo significato

ESAME	ATMOSFERA	1-MCP	USCITA	TIPO
Esame 1	raccolta			
Esame 2	AN	MCP	gennaio	qualità
Esame 3	AC	MCP	gennaio	qualità
Esame 4	AN	no MCP	gennaio	qualità
Esame 5	AC	no MCP	gennaio	qualità
Esame 6	AN	MCP	febbraio	qualità
Esame 7	AC	MCP	febbraio	qualità
Esame 8	AN	no MCP	febbraio	qualità
Esame 9	AC	no MCP	febbraio	qualità
Esame 10	AN	no MCP	febbraio	Rondelle/scarti
Esame 11	AC	no MCP	febbraio	Rondelle/scarti
Esame 12	AN	MCP	marzo	qualità
Esame 13	AC	MCP	marzo	qualità
Esame 14	AN	no MCP	marzo	qualità
Esame 15	AC	no MCP	marzo	qualità
Esame 16	AN	no MCP	marzo	Rondelle/scarti
Esame 17	AC	no MCP	marzo	Rondelle/scarti
Esame 18	AN	MCP	aprile	qualità
Esame 19	AC	MCP	aprile	qualità
Esame 20	AN	MCP	maggio	qualità
Esame 21	AC	MCP	maggio	qualità
Esame 22	AN	MCP	giugno	qualità
Esame 23	AC	MCP	giugno	qualità

Accanto ai frutti misurati con TRS, sono stati selezionati altri frutti (circa 1800), da trattare o meno con 1-MCP, allo scopo di controllare l'insorgenza di fisiopatie (riscaldamento superficiale, riscaldamento molle, disfacimento interno, imbrunimento interno) ad ogni uscita dalle celle di conservazione confrontandoli con quanto rilevato per i frutti misurati con TRS.

Il trattamento con 1-MCP è stato effettuato presso la cooperativa C.Or.Ma.

Tutti i frutti selezionati per l'esperimento sono stati portati al CREA-IT di Milano e sono stati

posti nelle rispettive celle di conservazione seguendo lo schema riportato nella Tabella 2 e nella Figura 1.

Tutti i frutti sono stati posti alla temperatura di -1°C .

L'AC è stata impostata all'8% di O_2 con 1% di CO_2 .

Una parte dei frutti sono stati posti in AC al 2% di O_2 poiché questo tipo di atmosfera favorisce lo sviluppo del riscaldo molle e rappresenta un controllo dell'effetto dell'annata in corso sullo sviluppo di questa fisiopatia.

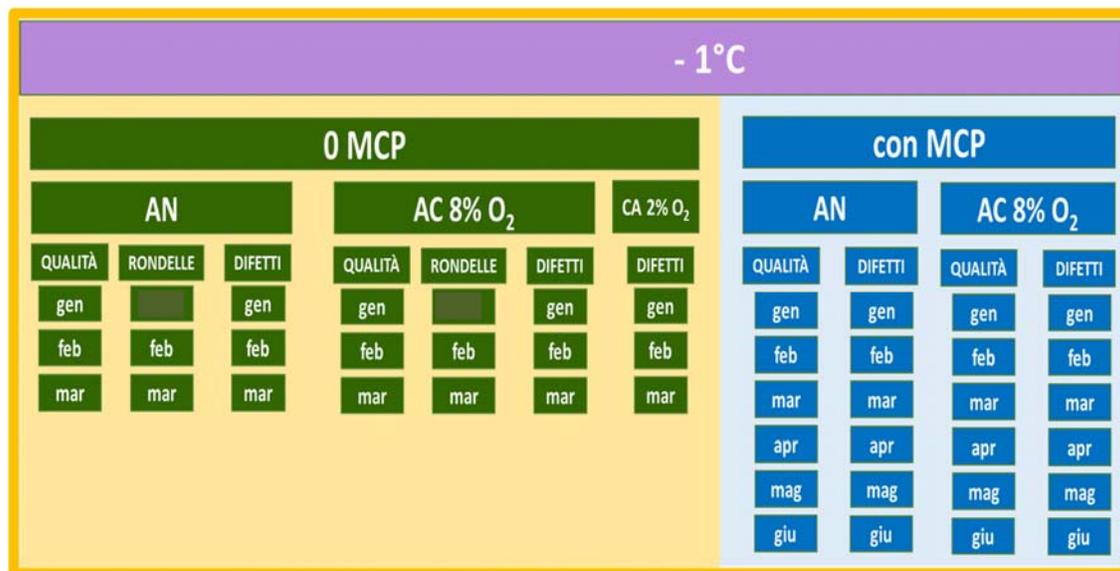


Figura 1- Modalità di conservazione e tempistica delle analisi delle pere selezionate per la sperimentazione 2020-2021.

Sui frutti del campione alla raccolta (Esame 1) sono state eseguite le seguenti analisi:

- peso e volume
- colore della buccia su due facce opposte nella zona equatoriale del frutto (Spectrophotometer CM 2600d - Minolta Co, Japan);
- amido (raccolta, Lugol, EUROFRU scale (1–10; 1 = minimo, 10 = max idrolisi);
- solidi solubili (automatic refractometer-RFM81, Bellingham-Stanley Ltd., England);
- acidità titolabile (titroprocessor 665 dosimat (Metrohm, Herisau, Switzerland);
- texture su due facce opposte nella zona equatoriale del frutto dopo aver tolto la buccia (pistone 8mm Ø, velocità 3.33 mm/s fino a 8 mm; TA-XT plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, UK);
- spazi intercellulari.

Queste stesse analisi (tranne l'amido) verranno eseguite sui frutti dopo conservazione destinati alle analisi qualitative. Su questi frutti verranno eseguite anche:

- analisi sensoriali confrontando classe di maturazione TRS, atmosfera di conservazione e trattamento con 1-MCP con un panel di assaggiatori esperti;
- incidenza di fisiopatie

L'incidenza di fisiopatie verrà rilevata anche sui frutti destinati alla produzione di rondelle essiccate.

4. Conclusione e sviluppi futuri

Le analisi effettuate sui frutti alla raccolta (tranne l'amido) verranno ripetute ad ogni uscita dalle celle di conservazione e per ogni esame. Inoltre verranno eseguite le analisi sensoriali e rilevata l'incidenza delle fisiopatie:

- peso e volume
- colore della buccia su due facce opposte nella zona equatoriale del frutto (Spectrophotometer CM 2600d - Minolta Co, Japan);
- solidi solubili (automatic refractometer-RFM81, Bellingham-Stanley Ltd., England);
- acidità titolabile (titroprocessor 665 dosimat (Metrohm, Herisau, Switzerland);
- texture su due facce opposte nella zona equatoriale del frutto dopo aver tolto la buccia (pistone 8mm Ø, velocità 3.33 mm/s fino a 8 mm; TA-Xt plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, UK);
- spazi intercellulari.
- analisi sensoriali confrontando classe di maturazione TRS, atmosfera di conservazione e trattamento con 1-MCP con un panel di assaggiatori esperti;
- incidenza di fisiopatie anche sui frutti destinati alla produzione di rondelle essiccate e sui frutti di controllo.