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

D4.1 PROCEDURE DI TRASFORMAZIONE E ESTRAZIONE DEFINITE

Work Package	WP 4 – Trasformazione dei frutti per recupero dello scarto
Responsabile	UNIMI ESP
Partecipanti	UNIMI ESP, CREA-IT.MI
Classificazione	CO (Confidenziale)
Data	04/02/2021
Versione	2.0

Regione Lombardia

Il Progetto ESPERA (17) è cofinanziato 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. Questo documento non rappresenta l'opinione di Regione Lombardia e Regione Lombardia non è responsabile per l'uso che ne potrebbe essere fatto.

Versioni

Versione	Data	Commenti	Autori
1.0	31/01/2021	Prima versione	CREA-IT.MI
1.1	01/02/2021	Revisione	POLIMI-DFIS
1.2	03/02/2021	Revisione	CREA-IT.MI
2.0	04/02/2021	Versione finale	POLIMI-DFIS

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 11

Lista delle figure

Fig 1 - Rondelle essiccate a 70, 80 e 90 °C. Pag 6
Fig 2 - Bending-snapping test. Pag 7
Fig 3 - Tracciati meccanico-acustici di rondelle essiccate a 70, 80 e 90°C. Il profilo acustico è di colore rosso. Pag 7
Fig 4 - Tracciato forza-deformazione di rondelle di mela essiccate a diverse temperature (70, 80 e 90 °C) fino a peso costante (Farris et al., 2008, Journal of Food Engineering). Pag 8
Fig 5 - Rondelle con diverso spessore (3, 4 e 5 mm) essiccate a 80°C. Pag 9
Fig 6 - Tracciati meccanico-acustici di rondelle con diverso spessore (3, 4 e 5 mm) essiccate a 80 °C. Il profilo acustico è di colore rosso. Pag 9

Lista delle tabelle

Tab 1 - Indice di imbrunimento relativo a rondelle essiccate a 70, 80 e 90 °C. Pag 6
Tab 2 - Indice di imbrunimento relativo a rondelle con diverso spessore (3, 4 e 5 mm) essiccate a 80 °C. Pag 9

1. Riepilogo generale

Il progetto ESPERA, che si prefigge di migliorare la gestione e la sostenibilità della filiera IGP del Mantovano, prevede 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, un nuovo prodotto ad elevato valore nutrizionale, e l'uso dello sfrido della produzione di rondelle per l'estrazione di composti ad alto valore tecnologico.

2. Introduzione

L'attenzione alla riduzione dello spreco alimentare e l'attività di gestione circolare delle eccedenze sono cresciute negli scorsi anni, grazie ad una maggiore consapevolezza sia da parte dell'opinione pubblica sia da parte delle imprese nell'ambito della filiera produttiva. C'è una crescente domanda di alimenti sani e naturali ma nel contempo appetitosi. In questo contesto, i frutti essiccati e croccanti rappresentano un prodotto innovativo ed interessante dal punto di vista nutrizionale.
La produzione di rondelle essiccate di pera permette la valorizzazione commerciale di frutti deprezzati a causa della comparsa di fisiopatie e/o difetti nel corso della conservazione post-raccolta. Normalmente le pere difettate vengono destinate alla produzione di succhi/nettari con una notevole riduzione del valore e conseguente danno per il produttore.
La produzione di rondelle essiccate da frutti freschi è un metodo già ampiamente diffuso a livello commerciale soprattutto per altre specie di frutti, come ad esempio le mele. Solo recentemente sono state introdotte sul mercato rondelle essiccate di pera, benché esse siano caratterizzate da una texture morbida e non croccante. Tuttavia, la croccantezza è una caratteristica particolarmente ricercata ed apprezzata dai consumatori di snack alternativi.
Sebbene l'essiccamento non sia una tecnica innovativa, tuttavia permette l'ottenimento di prodotti di qualità e di buon valore nutrizionale. L'essiccamento dei tessuti vegetali comporta la rimozione di grandi quantità di acqua fino alla concentrazione finale che garantisce stabilità microbica e una estesa durata di conservazione del prodotto. L'essiccamento presenta numerosi vantaggi quali una maggiore durata di conservazione, ridotti costi di imballaggio e di pesi di spedizione. Tuttavia, con l'essiccamento ad aria calda si verificano anche variazioni delle proprietà reologiche, che sono legate alle variazioni nella composizione, alla transizione di fase e alle variazioni microstrutturali dovute alla perdita di turgore cellulare e alla rottura delle cellule. Inoltre, la concentrazione e/o degradazione dei pigmenti provoca fenomeni di imbrunimento, mentre la degradazione chimica dei nutrienti si ripercuote sulla qualità del prodotto finale. Le caratteristiche strutturali dei prodotti essiccati hanno un impatto notevole sulla qualità del prodotto e di conseguenza sulla scelta del consumatore che è più sensibile a differenze di consistenza piuttosto che a differenze di gusto, specialmente per gli snack. In particolare, la consistenza del materiale si modifica da elastico-visco-plastica a rigida, diventando fragile e friabile: in questo modo è possibile produrre uno snack croccante molto apprezzato dai consumatori. La croccantezza degli alimenti a bassa umidità è correlata anche al contenuto di acqua poiché essa agisce con un effetto plastificante per il suo basso peso molecolare, bassa densità, elevata costante dielettrica e capacità di formare legami idrogeno. Le caratteristiche strutturali dei prodotti essiccati dipendono da fattori tecnologici, quali temperatura e spessore, ma anche dalle proprietà della materia prima al momento della trasformazione (specie, cultivar, grado di maturazione).

3. CONTENUTO

Sono stati definiti i parametri tecnologici, quali tempo, temperatura e spessore delle rondelle, del processo di essiccamento per l'ottenimento di rondelle essiccate croccanti da pere Abate Fetel. Per le prove preliminari sono state utilizzate pere Abate Fetel reperite in commercio. Al fine di individuare i parametri ottimali si è valutata l'influenza della temperatura e dello spessore delle rondelle sul:

- Colore, mediante Spettrofotocolorimetro Minolta CM-2600 (Minolta, Japan), ed espresso come indice di imbrunimento (BI) calcolato come segue dai valori CIE L*, a*, b*.
  BI = [100 (x – 0.31)] / 0.17 e x = (a* + 1.75L*) / (5.645L* + a* – 3.012)
- Proprietà meccanico-acustiche tramite bending-snapping accoppiato ad orecchio elettronico
- Analisi sensoriale informale

a) Temperatura di essiccamento

Al fine di individuare la temperatura ottimale di processo, 12 rondelle/temperatura prelevate da 3 frutti diversi (4 rondelle/frutto) dello spessore di 5 mm sono state essiccate in aria calda alla temperatura di 70°C, 80°C e 90°C in un impianto pilota con flusso d'aria perpendicolare (v=1,5 m/s) fino a peso costante, per il raggiungimento del quale sono state necessarie circa 7-8 ore.

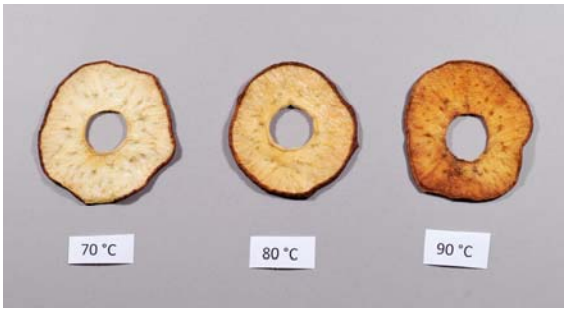

Fig 1 - Rondelle essiccate a 70, 80 e 90 °C

Tab 1 - Indice di imbrunimento relativo a rondelle essiccate a 70, 80 e 90 °C

Temperatura °C	Indice di imbrunimento
70	38,4
80	56,8
90	90,2

Come confermato sia dalla documentazione fotografica che dai dati oggettivi il fenomeno dell'imbrunimento è correlato alla temperatura. In particolare, le rondelle essiccate alla temperatura di 90°C appaiono particolarmente imbrunite, con un indice tale da compromettere la gradevolezza dell'aspetto e conseguentemente l'accettabilità del prodotto da parte del consumatore. Questo può essere dovuto probabilmente all'innesco di un processo di caramellizzazione che coinvolge il fruttosio, lo zucchero principale presente nella pera e caratterizzato dalla più bassa temperatura di caramellizzazione.

Fig 2 - Bending-snapping test

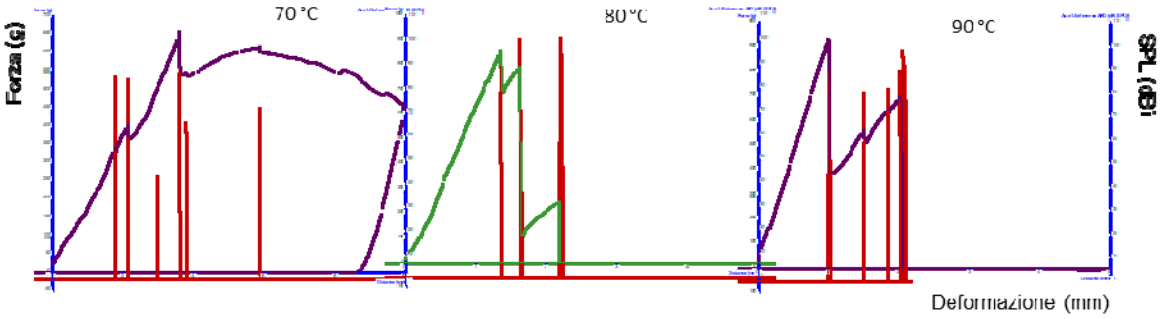

Fig 3 - Tracciati meccanico-acustici di rondelle essiccate a 70, 80 e 90°C.
Il profilo acustico è di colore rosso.

Da una prima analisi dei tracciati forza-deformazione si evince che le rondelle essiccate a 70°C non presentano un evento di rottura completa, in quanto all'applicazione della forza si piegano ma non si rompono, risultando elastiche e non croccanti. I campioni essiccati a 80°C e 90°C, mostrano sempre la rottura completa, generalmente preceduta da una o due fratture, risultando entrambi croccanti. Il grado di croccantezza risulta correlato alla temperatura di essiccamento, in quanto il campione a 90°C, se confrontato con il corrispettivo a 80°C, richiede l'applicazione di una forza maggiore per ottenere una prima frattura (1062 g versus 842 g), un minore percorso della barra sia per arrivare alla prima frattura (1 mm versus 1,3 mm) sia alla rottura completa (2 mm versus 2,2 mm), una maggiore pendenza della curva (1058 g/mm versus 739 g/mm), produce un numero maggiore di eventi acustici (12 versus 6). Questi risultati sono in accordo con quanto osservato precedentemente da Farris et al (2008) come si evince dal grafico nel quale sono riportati i risultati del bending-snapping applicato a rondelle di mela essiccate alle medesime temperature.

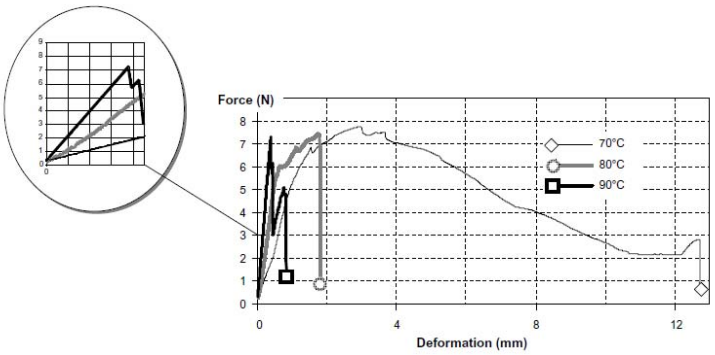

Fig 4 - Tracciato forza-deformazione di rondelle di mela essiccate a diverse temperature (70, 80 e 90 °C) fino a peso costante (Farris et al., 2008, Journal of Food Engineering).

L'analisi sensoriale informale ha confermato i dati strumentali relativi alla valutazione della texture. Inoltre, gli assaggiatori hanno percepito unanimemente un gusto anomalo dissimile dall'aroma della pera e riconducibile a un sapore cotto/caramello per le rondelle essiccate a 90°C.
Il complesso dei risultati ha individuato 80°C quale temperatura di essiccamento ottimale, in quanto permette di ottenere rondelle croccanti, con colore gradevole non imbrunito e con aroma non alterato dal processo.

b) Spessore rondelle
Gli assaggiatori, benché abbiano valutato sufficientemente croccanti le rondelle essiccate a 80°C, hanno anche segnalato che risultavano leggermente dure alla masticazione. Al fine di migliorare questo aspetto si è proceduto ad effettuare ulteriori prove preliminari per individuare lo spessore ottimale. Sono state essiccate 6 rondelle/spessore, ottenute da 2 frutti (3 rondelle/frutto) con spessore iniziale di 3 - 4 - 5 mm.

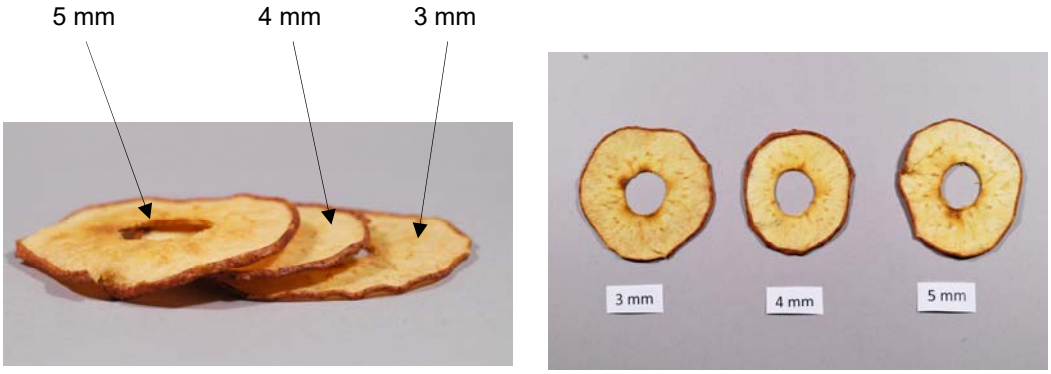

Fig 5 - Rondelle con diverso spessore (3, 4 e 5 mm) essiccate a 80°C

Tab 2 - Indice di imbrunimento relativo a rondelle con diverso spessore (3, 4 e 5 mm) essiccate a 80 °C

Spessore mm	Indice di imbrunimento
3	79,5
4	85,0
5	81,7

La documentazione fotografica e i dati oggettivi relativi al colore non evidenziano un'influenza dello spessore sull'aspetto esteriore delle rondelle, che risulta gradevole in tutti i casi.

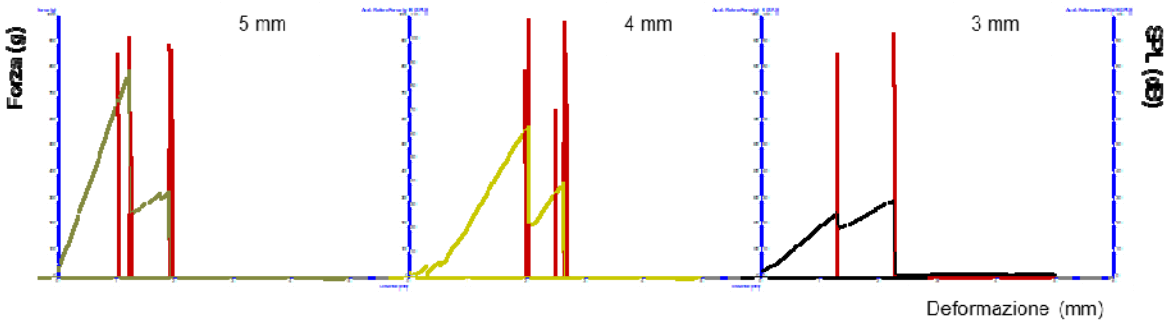

Fig 6 - Tracciati meccanico-acustici di rondelle con diverso spessore (3, 4 e 5 mm) essiccate a 80 °C. Il profilo acustico è di colore rosso.

La prova sperimentale ha portato ad escludere lo spessore di 3 mm, in quanto le rondelle risultavano estremamente fragili, tali da non essere gestibili nell'ambito di un potenziale processo industriale. Nel contempo le suddette rondelle non sono risultate particolarmente gradite dagli assaggiatori, in quanto, sebbene esse siano risultate croccanti, lo spessore era tale da pregiudicarne la palatabilità. Dalla valutazione dei tracciati sia della forza-deformazione sia acustici, si evince che le rondelle con spessore di 5 mm risultano sia più croccanti, con maggiore numero di eventi acustici (10 versus 5), maggiore pendenza curva forza-deformazione (626 g/mm versus 413 g/mm), minore percorso della barra per arrivare alla prima frattura e alla rottura definitiva (rispettivamente 1,2 / 2 mm versus 2 / 2,7 mm), ma anche più dure, con forza necessaria superiore per fratturarle (658 g versus 568 g), rispetto alle rondelle con spessore 4 mm. L'analisi sensoriale ha confermato i dati oggettivi sia per la croccantezza che per la durezza, identificando 4 mm, quale spessore ottimale che permette di ottenere rondelle sufficientemente croccanti ma nel contempo non dure, ed inoltre con una buona maneggiabilità.

4. Conclusione e sviluppi futuri

E' stato definito il protocollo per la trasformazione delle pere non idonee al consumo fresco in rondelle essiccate, che prevede i seguenti parametri:

- temperatura 80 °C
- tempo per raggiungere peso costante ≈ 7-8 h
- spessore 4 mm

Saranno trasformati frutti Abate Fetel (3 rondelle x 20 pere x tesi), previa valutazione dell'incidenza di fisiopatie sviluppate in conservazione, con 3 gradi maturazione TRS (poco, medio, molto maturo), conservati in 2 atmosfere (atmosfera normale e atmosfera controllata) per 2 uscite (≈ 10 febbraio / 10 marzo), per un totale di 12 tesi complessive.
Le determinazioni analitiche saranno principalmente indirizzate alla valutazione delle caratteristiche meccanico-acustiche (bending-snapping), del fenomeno di shirinkage (area mediante analisi d'immagine) e imbrunimento (colore mediante Minolta).