

**Azione 1.1.5 “Sostegno all’avanzamento tecnologico delle imprese
attraverso il
finanziamento di linee pilota e azioni di valutazioni su larga scala”
PO FESR Sicilia 2014-2020**

**Progetto di ricerca
“Nuovi prodotti dalla trasformazione
agroindustriale di frutti da colture mediterranee e
gestione sostenibile dei sottoprodotti -
MedFruit”**



Allegato 3:

**“Progettazione delle modifiche da apportare alle macchine
agrumarie per adattare alla trasformazione in succhi di
ficodindia e melograno”**

- **Speciale F. & C. s.r.l.**
- **Cartabianca s.r.l.s.**

1. Premessa

Con lettera di incarico del 13 gennaio 2020, l'Impresa Speciale ha dato incarico alla scrivente Società di svolgere una consulenza tecnica per individuare e definire le modifiche da apportare alle macchine agrumarie attualmente in produzione per adattarle alla trasformazione in succhi di ficodindia e melograno. Tale consulenza è stata prestata all'interno del progetto MedFruit finanziato dalla Regione Siciliana – Assessorato alle Attività Produttive.

La scrivente Società ha operato in stretta collaborazione con il responsabile tecnico Salvatore Vitale e con il coordinamento del Prof. Salvatore Barbagallo, nonché con la Società di consulenza Citrech.

La presente relazione illustra la metodologia seguita nel lavoro e i risultati ottenuti.

Anche sulla base delle indicazioni emerse nel corso della consulenza, l'Impresa Speciale ha realizzato le modifiche tecniche su una macchina prototipo per la successiva utilizzazione presso l'Impresa Citrofood.

2. Cenni storici sull'Impresa Speciale

Nel 1924 sorgevano a Giarre, nella provincia di Catania, le prime “Officine e Fonderie Speciale” grazie allo spirito imprenditoriale e all'intuizione del suo fondatore, Francesco Speciale, per rispondere ai rapidi cambiamenti e prospettive dell'industria alimentare ed in particolare dell'industria agrumaria.

Sin dai primi anni dell'attività, Francesco Speciale si interessa particolarmente ai problemi di automatizzazione dei processi di lavorazione degli agrumi, dando un contributo notevole all'economia siciliana.

Numerose erano le tipologie di macchine realizzate, finalizzate a diversi processi di trasformazione degli agrumi e tutte "Brevetto Speciale". Si produceva il "*Separatore Centrifugo*" per dividere l'olio essenziale dall'acqua, o la macchina "*Affettatrice*" per ottenere scorze tagliate a fettine sottili e regolari destinate all'industria dei canditi e marmellate, o la "*Passatrice*" per produrre polpe utilizzate nelle preparazioni di marmellate, gelatine e concentrati, la macchina "*Sfumatrice*" per l'estrazione dell'olio essenziale, e ancora "*Torchi Continui*" per polpe, taglia limoni automatiche, pompe idrauliche ad alta pressione e macchine lavatrici o spazzolatrici.

In particolare, già nel 1928, Francesco Speciale brevetta una "*Macchina automatica per l'estrazione dell'olio essenziale*" dai limoni, arance e frutti affini. Questo nuovo modello denominato anche "*Pelatrice*", continuamente rinnovato e migliorato nel tempo, rivoluziona l'industria agrumaria nazionale ed estera a partire dalla fine degli anni quaranta. Ciò è documentato da importanti articoli e pubblicazioni italiane ed estere dell'epoca.

Negli anni cinquanta, per rispondere alle esigenze più elevate nel mercato internazionale, sia per la qualità del succo e dell'olio essenziale, sia per il rendimento delle macchine, la ditta Speciale produce una nuova linea di lavorazione che comprende una "macchina automatica a pressione" per l'estrazione del succo dagli agrumi, con un sistema di frese rotanti e in seguito con un sistema di bulbi fissi (

Birillatrice) . L'operazione di estrazione del succo viene realizzata solo dopo avere estratto l'olio essenziale con la versione aggiornata e migliorata della “*Pelatrice Speciale mod.DS10*”.

In seguito , affiancato alla Pelatrice che estraeva l'olio dalla scorza senza danneggiare il frutto, viene realizzato un nuovo tipo di “*Estrattore per succo mod.RS*”. Questo nuovo insieme di macchinari, con ciclo completamente automatico, supera alcuni inconvenienti dei metodi di estrazione fino ad allora praticati con macchine “*Birillatrici*” a frese rotanti, “*Passatrici*” e altri modelli che alteravano la composizione chimica dei prodotti. La produzione di nuove macchine industriali dell'azienda non si fermò tuttavia a questa macchina ed infatti, a partire dagli anni sessanta, le macchine “*Speciale*” continueranno ad evolversi verso modelli più efficienti e rispondenti al mercato internazionale.

In questo periodo si continua a migliorare la linea di estrazione dotata di pelatrici e estrattori RS ; e' proprio questo estrattore che si ritiene possa essere utilizzato , previa modifica sostanziale di alcune sue parti , per la trasformazione industriale del Ficodindia , come meglio esposto nel seguito e in dettaglio.

3. Tipologie di macchine agrumarie attualmente prodotte dall'Impresa

Speciale

Caratteristiche e modalità di funzionamento delle macchine con estrattore RS-D



Fig.1 Rappresentazione di una macchina agrumaria Speciale con estrattore RS-D

Nella figura sopra riportata, viene rappresentata una macchina prodotta dall'Impresa Speciale e attualmente utilizzata per la lavorazione degli agrumi.

Gli agrumi vengono tagliati in due metà da un coltello fisso posto tra due cilindri controrotanti rivestiti di lamiera a raspa; successivamente ciascun mezzo frutto viene spremuto contro una parete inox forata, regolabile in altezza, posta sotto i due cilindri in modo da seguire il loro profilo, con una distanza decrescente da essi, affinché la spremitura avvenga progressivamente. Nonostante questo momento di estrazione possa essere regolato avvicinando o allontanando il rullo dalla rete ed anche considerando la possibilità di tagliare via il flavedo durante la stessa estrazione del succo, è evidente che esiste una certa drasticità di estrazione, ovvero una certa frammistione del succo proveniente dall'endocarpo con i liquidi che percolano dalla parte bianca e dalla parte esterna, anche se risulta garantita la separazione fra le due parti, ovvero l'endocarpo ed il flavedo al momento della spremitura contro la forata.

Se la macchina viene regolata con estrema cura si può anche ottenere un derivato succo che ancora può restare entro i limiti fissati dalle norme AIJN (norme di qualità dei succhi internazionali).Ciò si realizza anche in funzione della qualità del frutto in entrata , intendendo con questo che una certa variazione della maturazione del frutto e quindi della sua generale consistenza potrà comunque interferire negativamente anche sulla migliore delle regolazioni .

In seguito il succo grezzo passa attraverso la parete forata e viene raccolto in una vasca chiusa sottostante, per poi essere inviato ad un ***Finitore per succo di agrume “finisher” mod.FF***. Inoltre, l'estrattore è dotato di un dispositivo regolabile per l'asportazione delle membrane e delle polpe residue dall'albedo per l'ottenimento di scorze pulite per la produzione di canditi dello spessore desiderato. Le scorze pulite vengono espulse da un'uscita diversa rispetto alle membrane e alle polpe residue che invece vengono trasportate alla pressa a vite per il recupero del succo residuo.

Caratteristiche e modalità di funzionamento delle macchine tipo “In Line”

A partire degli anni novanta e con le nuove richieste di succhi freschi bevibili, l'Impresa Speciale realizza un nuovo sistema di estrazione con macchine di tipo “*In Line*”, “*Estrattore SP40*”.

Nella figura sotto riportata vengono rappresentati i particolari della macchina e delle coppe metalliche nonché di una linea completa di estrazione.



Fig.2 Rappresentazione di una macchina agrumaria tipo “In line”

Questi estrattori hanno il vantaggio di produrre succhi e olio essenziale contemporaneamente, lavorando sul singolo frutto, con una produzione di succo ad alta qualità contenente bassissime quantità di olio, a fronte tuttavia di un investimento molto superiore e di una minore versatilità e capacità di trasformazione rispetto all'estrattore a rulli tipo RS .

I frutti devono essere infatti calibrati almeno in 2 o 3 differenti dimensioni in modo da adattarsi perfettamente alle diverse dimensioni delle coppe metalliche dove si adagiano (nel caso infatti di frutti troppo piccoli o troppo grandi per la dimensione della coppa sarà la qualità generale del derivato a risentirne negativamente) Tale sistema lavora sul singolo frutto e l'estrazione del derivato succo e dell' olio essenziale avviene contemporaneamente anche se viaggia attraverso due distinte linee di tubazioni .

L'eventuale trascinamento di olio essenziale nel succo è minimizzato e confinato esclusivamente a quella piccola quantità di olio presente nella porzione del frutto che viene attraversato dal coltello circolare che taglia il frutto nel momento della massima

forza di compressione esercitata dalla coppia di coppe metalliche e permette il fuoriuscire del succo dall'endocarpo.

Esistono, anche in questo sistema, alcune regolazioni , ma queste incidono semplicemente sulla resa di ottenimento del succo e/o sul suo grado di polposità o ancora sulla maggiore o minore resa in olio essenziale e quindi viene escluso che parti dell'esterno del frutto possano essere coinvolte nel processo estrattivo .

A parità di qualità e varietà delle arance utilizzate, si può affermare che la resa in succo utilizzando il sistema “ in line “ è certamente superiore a quello ottenibile con il sistema tradizionale pelatrice-premitrice tipo RS. Ciò in relazione al fatto che tutto l'endocarpo verrà coinvolto nella spremitura ; osservando infatti le bucce espulse dalla macchina, queste si presentano quasi “ pulite “ senza più alcuna presenza di endocarpo o parti di esso , mentre osservando le stesse prelevate dopo l'estrattore a rulli si potranno notare significativi residui di membrane contenenti ancora succo e parti di endocarpo non sfruttate .

Frutti di scarsa qualità o troppo maturi o non perfettamente sferici potranno incidere negativamente sulla qualità del succo, ma questo avverrebbe per qualsiasi tipo di estrazione utilizzato ; un apposito impianto di cernita ed eliminazione dei frutti non idonei , sia esso manuale o con lettori ottici dei difetti , fa infatti parte integrante del sistema estrattivo .

Il succo ottenuto con il sistema di estrazione di tipo “ in line “ viene quindi esclusivamente dall'endocarpo del frutto; per tale motivo tale macchina è stata scelta, d'intesa con L'Impresa Speciale e la Società Citrech, per la produzione del Succo di

Arancia rossa ai fini dell'obiettivo del Progetto finalizzato alla creazione di un Superfood .

Tuttavia è opportuno chiarire che tale estrattore non può essere in qualche modo utilizzato , anche attraverso una sua modifica sostanziale , per la lavorazione del ficodindia; ciò in relazione al fatto che il singolo frutto non può possa essere inviato sulla coppa metallica inferiore; è necessario che lo stesso in qualche misura rotoli verso la stessa , o meglio che segua l'invito da parte di un nastro inclinato e di una apposita corsia di alimentazione , cosa fattibile con un frutto sferico come l'agrume ma non con un frutto di forma ovoidale ed allungata come il ficodindia. Inoltre la minore consistenza del ficodindia non sopporterebbe la compressione fra le due coppe metalliche , ed una eventuale forte riduzione della stessa non garantirebbe il meccanismo di fuoriuscita della parte interna attraverso il tubo forato inferiore .

Questo nuovo tipo di macchina continua ad essere oggi una delle più richieste in tutti i continenti, anche se il sistema tradizionale con “*Pelatrice Speciale*” e “*Estrattore per succo RS*” continua ad essere richiesto, in particolare laddove si richieda un elevato rendimento per l'olio essenziale (come ad esempio per la produzione di olio essenziale dal bergamotto).

4. Progettazione delle modifiche alle macchine per la lavorazione degli agrumi ai fini dell'estrazione del succo di ficodindia

Obiettivi

L'azienda *SPECIALE F. & C.*, nell'ambito del progetto MedFruit, ha il compito di rilevante importanza di definire, valutare e sperimentare le modifiche da apportare ad una macchina di lavorazione di agrumi per adattarla alla lavorazione del ficodindia, nell'ottica dell'ottenimento di prodotti di qualità.

Allo stato attuale non esistono macchine estrattrici di succo di ficodindia a livello industriale; esistono molte piccole aziende artigianali che producono il derivato dal ficodindia previa sbucciatura manuale del frutto e mulinatura meccanica dell'interno. Inoltre esistono diverse piccole aziende industriali che immettono direttamente i frutti, dopo una opportuna despinazione su spazzolatrice, all'interno di un torchio a vite elicoidale, per poi passare tutto il materiale in uscita su un separatore centrifugo a forata.

In entrambi i casi i risultati sono poco soddisfacenti : nel primo caso perché le quantità dei frutti che risulta possibile trasformare sono molto limitate; nel secondo caso perché la qualità del succo finale prodotto è molto modesta.

Un aspetto positivo da tenere in considerazione nella progettazione di una macchina per la lavorazione del ficodindia è che non costituisce problema la presenza delle spine esterne, in quanto la frutta conferita a una qualsiasi azienda di trasformazione proverrà certamente dalle linee del fresco come scarto e quindi già despinata.

Nel campo quindi della trasformazione del ficodindia, si è ritenuto opportuno studiare la possibilità di adattamento e trasformazione di una macchina estrattrice esistente nel

campo agrumario, rendendola idonea alla lavorazione del ficodindia per l'ottenimento di prodotti di alta qualità, associando inoltre la possibilità di lavorazione di rilevanti quantità di prodotto. A tale scopo lo studio e la progettazione sono stati orientati tenendo conto della esigenza di estrarre succo contemporaneamente o immediatamente susseguente alla eliminazione della buccia, per evitare che il succo prodotto porti con sé liquido non proveniente dall'interno del frutto e che quindi risulti contaminato da componenti esterni provenienti dalla buccia.

Individuazione della macchina da modificare e rilevazioni delle caratteristiche morfologiche dei frutti

La macchina agrumaria prodotta dall'Impresa Speciale, su cui è stato condotto lo studio e la progettazione per l'adattamento all'estrazione del succo di ficodindia, è *l'Estrattore di succo e di scorze degli agrumi "Spellalbedo" mod.RS-D.*

In un agrume, la composizione qualitativa del succo è omogenea nelle sue diverse parti, anche se varia in funzione della sezione longitudinale del frutto; ad esempio gli zuccheri, le vitamine e gli acidi organici, costituenti principali di un succo di arancia, si trovano principalmente nell'endocarpo, ovvero nella parte interna del frutto ma sono presenti, anche se in una concentrazione via via minore e con differenti rapporti fra gli stessi, anche nella parte bianca (albedo) e nella buccia (flavedo). Al contrario, aminoacidi e sali minerali (ad eccezione del sodio e del potassio) sono presenti in concentrazione maggiore nelle parti esterne del frutto, così come tutte le parti colloidali

e polifenoliche, in maggior parte presenti nelle parti esterne piuttosto che in quelle dell'interno del frutto.

L'obiettivo della progettazione delle modifiche della macchina agrumaria è stato quello di assicurare una modalità di estrazione in grado di ottimizzare la qualità del succo, che dipende in larga misura dalla pressione esercitata o dal grado di abrasione e/o compressione del frutto durante l'estrazione del succo. Ciò risulta valido in particolar modo per il ficodindia, in quanto se dovessero essere presenti al momento della pressione di spremitura tracce, più o meno rilevanti, di liquidi provenienti dalle bucce esterne, si troverebbe all'interno del succo presenza di sostanze con caratteristica mucillaginosa e gommosa tipica dei clacodi esterni o delle bucce, con conseguente peggioramento del gusto soprattutto del flavour del prodotto (gusto di pala). Per tale motivo si è ritenuto utile orientare la progettazione per macchine con estrattore a rulli le quali garantiscono l'estrazione del succo in maniera separata dalla bucce proprio per il meccanismo del coltello di asportazione della parte esterna durante la spremitura. Si ritiene tale sistema di estrazione il più efficace tra quelli utilizzati per gli agrumi; inoltre la sua maggiore versatilità rispetto ad altri estrattori in uso e la sua alimentazione costituita da frutti non necessariamente calibrati costituiscono ulteriori elementi che rafforzano la scelta effettuata.

La prima fase dello studio è consistita nella valutazione delle differenze morfologiche dei due frutti (agrumi e ficodindia), perché a partire da un attento esame di tale aspetto sono state delineate le trasformazioni e gli adattamenti a livello meccanico ed industriale sulla macchina estrattrice.

Allo scopo quindi di verificare le differenze morfologiche fra i frutti di agrume e ficodindia, e quindi di potere ipotizzare le eventuali modifiche da effettuare sull'estrattore mod RS-D , sono stati prelevati e controllati presso l'azienda Speciale varie campionature di ficodindia, nelle sue tre diverse colorazioni cui corrispondono le principali cultivar , tutte della specie *Opuntia Ficus-Indica* : la gialla, detta Sulfarina; la rossa, nota come Sanguigna; la bianca, denominata Muscarella; l'arancione, chiamata Moscateddo .

Le Opuntie costituiscono uno dei gruppi più consistenti nell'ambito delle Cactaceae: ne sono state classificate fino a 300 specie. E' già noto che la cultivar più diffusa è quella a polpa arancione , seguita da quella a polpa rossa ed ultima quella a polpa bianca; le tre cultivar differiscono non soltanto per la colorazione ma anche per il profilo aromatico (quella a polpa bianca ha un flavour molto più caratteristico delle altre) ed anche per la composizione analitica .

Esistono ancora in Sicilia altri frutti chiamati "bastarduna" o "scuzzulati" che sono i fichidindia prodotti dalla seconda fioritura, che si ottiene eliminando dalle piante i primi frutti, più piccoli, e costringendo così la pianta a rifiorire.

Presso lo stabilimento della ditta Speciale, ai fini della caratterizzazione dei frutti, si è proceduto, per ognuna delle differenti varietà e colorazione, ai seguenti controlli :

- lunghezza e larghezza del frutto nella sua zona mediana;
- peso del frutto ;
- resa in Succo dopo spremitura su spremiagrumi;
- spessore della buccia esterna e valutazione della sua consistenza ;

- numero di semi per frutto, mediante filtrazione della parte succo su crivo;
- dimensione dei semi , verificandone la distribuzione dimensionale .

	Novembre 2019	Dicembre 2019
Campioni analizzati	7	13
Distribuzione varietà	si	si
Giallo (Sulfarina) %	68	74
Rosso (Sanguigna) %	20	18
Bianco (Muscarella) %	12	8

Tab.1 Campionature di ficodindia effettuate presso Impresa Speciale

Sono stati campionate 20 cassette di frutti misti direttamente prelevati dalla distribuzione commerciale , nel periodo novembre – dicembre 2019 , di una stagione particolarmente secca e poco piovosa. Si ritiene che la campionatura possa considerarsi rappresentativa dei frutti a piena maturazione ; poichè lo scopo dello studio era di verificare quali fossero le principali differenze dal punto di vista morfologico e dimensionale fra il ficodindia e l'agrume (in particolare l'arancio), lo studio non ha preso in considerazione gli aspetti della qualità del succo che può essere certamente influenzata dal periodo della maturazione.

La scelta di campionare il prodotto direttamente dalla distribuzione commerciale e non da prelievi da campo è motivata ; infatti nel caso della trasformazione industriale bisognerà comunque approvvigionarsi con frutto preventivamente despinato e quindi proveniente dallo scarto delle linee di lavorazione del fresco . Per ognuna delle cassette (quindi per le 20 prove giornaliere) è stato estrapolato il dato medio per periodo e per ciascuna delle colorazioni , ovvero di tutti i frutti gialli , rossi e bianchi. Nella tabella che segue viene riportata la media dei valori per ciascuno dei parametri indicati ; è emerso comunque evidente la preponderanza ponderale dei frutti a polpa arancione , pari a circa il 70% del totale .



Fig. 3 Campioni di ficodindia analizzati durante le prove presso Impresa Speciale

Totale Campioni (Nov - Dic) N° 20	GIALLO(Sulfarina)	ROSSO(sanguigna)	BIANCO (Muscarella)
Distribuzione mediadimensioni	si	si	si
Calibro piccolo %	10	20	30
Calibro medio %	30	60	10
Calibro grande %	60	20	60
Resa Succo % (compreso semi)	35-40	33-36	30-33
Lunghezza media frutto (mm)	120	110	110
Larghezza media frutto (mm)	50	50	50
Spessore medio buccia esterna (mm)	3	2,5	4
Numero di semi medi x frutto	250-300	250-300	270-320
Dimensioni semi neri (spessore mm)	2,2	2,2	2,1
Dimensione semi neri (diametro mm)	4	4	4,2
Dimensioni semi colorati (spessore mm)	1,2	1,2	1,1
Dimensione demi colorati (diametro mm)	4,2	4,2	4,3

Tab.2 Risultati delle prove su campioni di ficodindia presso Impresa Speciale

Dall'esame della tabella 2 sono state rilevate numerose informazioni utili ai fini della progettazione della macchina.

Distribuzione media calibro e dimensioni del frutto

Per tutte le colorazioni del frutto, la parte preponderante è rappresentata dai calibri medio e grandi , con una lunghezza media di circa 115 mm e larghezza media di 50 mm; quest'ultimo dato è corrispondente ad una arancia di calibro decisamente piccolo .

Fig.4 Misure di calibro su campioni di ficodindia

Resa Succo % (compreso semi)

La resa succo del succo sottoposto a spremitura (valori compresi fra 33 e 40%) sono compatibili con una buona resa industriale e giustificano quindi l'eventuale interesse industriale della trasformazione del ficodindia ; queste rese sono inoltre paragonabili a quelle ottenibili sulla prima spremitura grezza dell'arancia.

Spessore medio della Buccia esterna

La buccia esterna non è soltanto più fina rispetto a quella degli agrumi , ma è anche di una consistenza differente , decisamente più morbida ; lo spessore medio (circa 3,5 mm) è inferiore di circa il 30% rispetto a quella degli agrumi e , se sottoposta a pressione , si comprime molto più facilmente .



Fig.5 Sezione di campioni di ficodindia

Numero di semi per frutto e loro distribuzione ponderale (spessore e diametro)

I semi contenuti nel frutto sono stati separati dalle mucillagini alle quali sono adesi per mezzo di successivi lavaggi e separazioni su rete filtrante fino ad ottenere una disposizione chiara per il conteggio. Essi sono risultati in media 300 per frutto medio – grande , di forma ovoidale , e si dividono fra quelli di colore nero e quelli di colore arancione . Per entrambi sono stati misurati lo spessore ed il diametro (indicati in tabella) , misura importante e necessaria per valutare la forma e la dimensione dei fori della forata che dovrà essere montata in sede industriale sull’estrattore modificato , in

modo che tutti i tipi di seme non vengano trattenuti dalla stessa ma passino insieme al succo .

Fig.6 Semi di ficodindia rilevati durante le prove

Le informazioni raccolte hanno permesso di identificare, sebbene dal punto di vista teorico, quali possano essere le modifiche da apportare alle attuali macchine di trasformazione agrumaria per potere effettuare opportunamente anche la trasformazione del ficodindia, e questo esclusivamente in relazione alle differenze di tipo morfologico con gli agrumi; eventuali modifiche che saranno necessarie per altri motivi , legate più a fatti tecnico-costruttivi e/o meccanici , verranno infatti studiati in sede di realizzazione della macchina .

In termini generali va rilevato che il ficodindia rispetto all'arancia risulta di forma oblunga e non sferica, ha una minore consistenza con una buccia esterna più morbida e contiene un gran numero di semi di differente misura che devono comunque essere eliminati. Inoltre appare necessario che la spremitura avvenga sul frutto già deprivato della buccia esterna, mantenendo quindi questa caratteristica così come attualmente già avviene per gli agrumi.

Lo studio teorico sopra esposto è stato completato più nel dettaglio, dal punto di vista costruttivo e meccanico, durante la fase di realizzazione della macchina in officina.

Principali modifiche da apportare alle macchine agrumarie per l'adattamento al ficodindia

Riposizionamento dei due cilindri controrotanti in funzione delle diverse dimensioni del frutto

Come già detto, il ficodindia presenta una forma completamente diversa rispetto all'agrumo; questo infatti può definirsi sferico, anche se alcune varietà non sono di forma così regolare, e questo significa che una volta alimentato all'interno dell'estrattore comunque esso sia orientato avviene un taglio all'interno dei rulli controrotanti alla metà del frutto. Inoltre il ficodindia ha una lunghezza superiore ed

una larghezza in media inferiore rispetto all'arancia, e si presenta con una forma oblunga ; non è quindi certo che il taglio possa avvenire lungo la linea mediana , ma piuttosto si potranno determinare due sezioni di differente dimensione . Si potrebbe quindi agire su un generale riposizionamento dei due cilindri controrotanti, modificandone lo spazio fra di essi e l'altezza rispetto alla tramoggia di carico; inoltre la stessa tramoggia potrebbe in qualche modo forzare i frutti ad entrare sempre con lo stesso orientamento e quindi standardizzare il tipo di taglio

Rimodulazione del sistema a “raspa” in funzione della diversa consistenza della scorza

La buccia esterna del ficodindia è certamente meno consistente della buccia dell'arancia; una presa troppo drastica sul frutto, una volta tagliato durante la spremitura per trascinamento contro la forata inferiore, potrebbe determinare un disgregamento della buccia stessa i cui detriti finirebbero insieme alla polpa; i rulli di estrazione dovrebbero quindi avere una diffusione minore di punti di raspa e di minori dimensioni ed inoltre anche la stessa velocità di rotazione dovrebbe essere inferiore .

Costruzione di una nuova forata interna

La costruzione della forata interna dovrebbe seguire la conformazione del mezzo frutto del ficodindia durante la sua discesa lungo la stessa e in maniera differente fino ai due cilindri controrotanti rivestiti di lamiera a raspa, in considerazione della forma oblunga

del ficodindia rispetto all'arancia. Questa modifica della macchina riveste una particolare importanza; infatti la forata inferiore segue già nel caso degli agrumi in maniera leggermente decrescente il profilo dei rulli controrotanti, ma nel caso della eventuale trasformazione del ficodindia, tale graduale decrescenza dovrà essere più accentuata, e questo proprio considerando la minore larghezza del frutto rispetto all'arancia e la sua originale forma oblunga e non sferica

Variazione nella dimensioni dei fori della forata

Le dimensioni dei fori della forata dovrà consentire di realizzare una luce tale da lasciar passare i noccioli del ficodindia senza intasare il sistema. E' stato rilevato, come già precedentemente evidenziato, un gran numero di semi di colore nero-marrone presenti nella polpa sottoposta a spremitura; questi semi, che contengono l'olio del ficodindia, devono essere recuperati e nel contempo il succo ne deve essere esente per potere essere opportunamente mescolato con gli altri derivati in studio all'interno del Progetto generale quali il succo di melograno e lo stesso succo di arancia rossa . I semi inoltre, qualora non venga calcolata una forata di adeguate dimensioni posta nella zona inferiore della camera di estrazione , potrebbero causare una occlusione della stessa e un non adeguato scorrimento della parte liquida, con conseguente fermo del meccanismo. Dallo studio svolto sui campioni prelevati, si è verificata la composizione dimensionale dei semi , i quali si trovano fra i 2 ed i 5 mm ; questo significa che la forata dovrà avere una dimensione dei fori leggermente superiore .

Infine la separazione dei noccioli dal succo dovrebbe avvenire mediante un ***Finitore per succo di agrume “finisher” mod.FF***, sempre prodotto dall’Impresa Speciale, opportunamente modificato, di collaudata produzione dell’azienda; infatti la separazione delle parti polpose di derivazione agrumaria, di forma oblunga e sfilacciata e di consistenza passibile di deformazione, risulta abbastanza diversa dai noccioli di forma e numero ben definito e di consistenza certamente molto più dura. Questi fra l’altro non devono rompersi o frazionarsi all’interno della macchina; si ritiene quindi che dovrà essere realizzato e utilizzato un sistema ancora più delicato di pressioni interne ed una forata adatta allo scopo.

5. Trasformazione del Melograno

Differente problematica riveste lo studio sulla trasformazione industriale del melograno, almeno nei presupposti tecnici che questa parte del progetto si propone. Infatti la ditta Speciale non produce macchinari che estraggono i semi succosi (arilli) dal frutto e quindi non si può in questo caso proporre alcuna alternativa o trasformazione di qualche impianto esistente . Non è infatti facile, proprio per le caratteristiche intrinseche del frutto, riuscire a far fuoriuscire i semi succosi (arilli) dal frutto per spremere il succo, ma anzi spesso i frutti interi vengono sottoposti a spremitura diretta in appositi torchi , tirando fuori il succo ma anche parti della buccia; in questo caso esiste una doppia lettura, perché se da un lato il succo è senz'altro più amaro e di minor qualità, da un altro punto di vista lo stesso contiene una maggior concentrazione dei principi attivi antiossidanti contenuti nella buccia.



Fig.7 Sezione di melograno

Per tale motivo, d'intesa con gli altri ricercatori, non è stato eseguito uno studio sul melograno , ma piuttosto è stato suggerito di eseguire direttamente nello stabilimento della ditta Speciale alcune prove all'inizio della prossima campagna (settembre 2020), ancora in tempo quindi , in caso di risultati positivi , per proporre alternative per le prove industriali che saranno svolte nell' autunno 2020 presso l'impresa Citrofood.

Quello che può essere proposto, infatti, è implementare la seconda parte del sistema estrattivo , ovvero la separazione del succo dagli arilli , ed in questo caso verificare la possibilità di utilizzarea a tale scopo un sistema di finitura in uso sul succo di agrumi. Esistono macchine che separano solo gli arilli prima della spremitura del frutto, ma queste sono molto costose e di bassa portata, in quanto lavorano con un meccanismo che si basa sulla spremitura del singolo frutto che fra l'altro va anche posizionato

manualmente all'interno di una coppa. Per la maggior parte, il melograno viene lavorato attualmente inviando il frutto lavato e pulito all'interno di un frantumatore che, dividendo il frutto in più parti, rende visibili all'esterno gli arilli, i quali vengono poi separati per sbattimento meccanico contro una forata rotante. Per tale motivo nello studio di una linea di finitura da adottare all'interno del Progetto è stato suggerito alla Impresa *SPECIALE F. & C.* di concentrarsi solo sulla fase di spremitura degli arilli rispetto alle modalità di estrazione degli stessi dal frutto; tali sistemi di estrazione sono attualmente diffusi nei paesi che trasformano il melograno. I semi succosi vengono infatti pressati con differenti modalità, utilizzando torchi o presse industriali. Normalmente gli arilli si presentano con una membrana contenente il succo che circonda il seme e sono di una consistenza quasi gelatinosa .



Fig. 8 Arilli estratti durante le prove presso Impresa Speciale

Dai test effettuati è stato possibile separare un buon numero di arilli e di questi sono stati misurati le dimensioni dei semi interni una volta eliminata la parte succo, verificando che la dimensione media è di circa 8 mm (lunghezza) x 3 mm (larghezza), presentandosi all'aspetto di forma allungata e schiacciata .

Fig. 9 Arilli essiccati utilizzati per le rilevazioni dimensionali durante le prove presso
Impresa Speciale

In particolare nella foto a destra si evidenziano i semi interni degli arilli deprivati del succo; questi sono stati misurati per dimensioni come da tabella sotto riportata.

Arilli deprivati del succo	Lunghezza mm	Larghezza mm
1	6,5	2,4
2	7,2	2
3	7,5	2,6
4	9,6	2,9
5	6,1	2,5
6	8,2	3,1
7	5,8	2,3
8	7,7	2,8
9	9,3	3,1
10	8,6	2,5
11	7,9	2,8
12	8,3	2,7
13	9,5	2,9
14	6,8	2,7
15	7,3	2,6
16	8,1	2,4
17	6,9	2,2

Tab.3 Risultati delle rilevazioni durante le prove sugli arilli

L'azienda *SPECIALE F. & C.*, una volta acquisiti gli arilli provenienti da precedenti fasi estrattive, potrà quindi provare ad utilizzare, per l'ottenimento di un succo di alta qualità, non presente a tutt'oggi nel campo della trasformazione in Italia , un ***Finitore per succo di agrume “finisher” mod.FF*** , di derivazione agrumaria e anch'esso

modificato in alcune parti. Tale finitore dispone all'interno della forata, solitamente con fori da 0,5 – 1,0 mm, di una vite elicoidale a passo variabile che termina con un restringimento tronco-conico; il succo fuoriesce dalla forata per pressione e quindi vengono evitate al massimo eventuali sbattimenti o inglobamenti di aria nel prodotto . Inoltre, se il separatore centrifugo a fori esterno alla vite elicoidale è rivestito da una forata cilindrica, esso può soltanto separare per dimensioni, ma se l'ultima parte di questo viene costruita in forma tronco conica, allora si può effettuare una vera e propria pressione regolabile di spremitura; questo sarà il tentativo che dovrà essere effettuato anche per ottenere un miglioramento qualitativo sul succo di melograno. In fase realizzativa in officina dovranno essere studiati gli arilli e la loro consistenza e si verificherà se alcune modifiche come quelle sotto descritte potranno avere una funzione positiva.

Pertanto le modifiche studiate sulle macchine per la spremitura del melograno sono quelle nel seguito riportate.

Sistema delle pressioni interne

Il sistema delle pressioni interne dovrà garantire valori sufficienti (ma non eccessive) per l'ottenimento del succo senza la rottura dei semi degli arilli, con conseguente passaggio attraverso i fori del finitore.

Nel finitore può infatti essere regolata la pressione di fuoriuscita del prodotto e di conseguenza la efficacia della separazione e della eventuale spremitura . Si suggerisce di utilizzare pressioni inferiori rispetto a quelle utilizzate per separare la polpa degli

agrumi dal succo di arancia , e questo per evidenti motivi ; nel caso del succo di arancia infatti le polpe separate rappresentano uno scarto mentre nel caso del succo di melograno i semi all'interno degli arilli non lo sono , in quanto da questi può ancora essere estratto olio. L'efficienza di tale estrazione dipenderà dalla pressione esercitata; occorrerà pertanto trovare un giusto equilibrio fra la resa di estrazione del succo adesosi ai semi negli arilli e la sua qualità nel caso di una spremitura troppo accentuata .

La regolazione della pressione e il suo valore potranno essere determinate empiricamente durante le prove in officina.

Variazione nella dimensioni dei fori della forata, in funzione della dimensione dei semi.

Anche in questo caso bisognerà fare una valutazione della dimensione dei semi degli arilli spremuti , in modo da permettere il libero passaggio di questi attraverso il finitore; in base ai test effettuati, la dimensione di questi semi varia tra i 6 ed i 10 mm (lunghezza) e fra i 2,0 ed i 3,0 mm (larghezza). Sulla base di tali dimensioni sarà installata una apposita forata della rete di separazione sul finitore/estrattore .

6. Considerazioni conclusive

La presente relazione riporta sinteticamente i risultati della consulenza effettuata per conto della Impresa Speciale nell'ambito del progetto MedFruit. Tale consulenza è stata finalizzata a dare un contributo per la progettazione e realizzazione di macchine di derivazione agrumaria prodotte dall'Impresa Speciale ai fini di un adattamento per la produzione di succhi di melograno e ficodindia.

I succhi prodotti con le macchine studiate sono stati utilizzati nell'ambito del Progetto MedFruit ai fini della creazione di nuovi prodotti ad alto valore salutistico.

Nell'ambito dello studio condotto sono state preliminarmente studiate le caratteristiche morfologiche dei frutti ai fini della ideazione delle modifiche da apportare alle macchine esistenti.

Per il ficodindia è stata messa a punto una idea progettuale che ha consentito di modificare una macchina agrumaria per la spremitura del succo, a partire dal frutto fresco.

Per il melograno, le modifiche alla macchina sono state proposte a partire dagli arilli invece del frutto fresco, per la impossibilità e la non convenienza economica ad adattare macchine agrumarie per la lavorazione del frutto fresco.

Le modifiche progettate e sottoposte all'Impresa Speciale sono state perfezionate e messe a punto dalla stessa Impresa in fase realizzativa in officina.

