

IL SIERO DI LATTE NEL CONTROLLO DELLA BUTTERATURA AMARA DEL MELO

M. MUCCI, D. PRODORUTTI, S. G. CHIESA, A. WALDNER, G. DALLAGO, G. ANGELI
Fondazione Edmund Mach - Centro Trasferimento Tecnologico – Via E. Mach 1,
San Michele all'Adige 38010 (TN)
massimo.mucci@fmach.it

RIASSUNTO

Nel biennio 2018-2019 è stata allestita in Trentino una prova sperimentale per valutare l'attività del siero di latte, sottoprodotto dell'industria casearia, nel contenimento dei sintomi di butteratura amara del melo. In un meieto cv Top Red sono state confrontate quattro tesi trattate rispettivamente con una sospensione di siero di latte in polvere al 3%, con e senza aggiunta di rame (Poltiglia Dispers[®]), siero di latte al 6%, un concime a base di calcio (Calcypit[®]) e una tesi testimone non trattata. I trattamenti sono stati effettuati ogni 14 giorni durante il periodo di maturazione dei frutti per un totale di quattro. I risultati hanno confermato l'efficacia dei trattamenti con siero di latte al 6% nel ridurre, in entrambe le annate, i sintomi di butteratura in campo rispetto al testimone non trattato, con valori equiparabili a quelli ottenuti con la concimazione calcica. Il siero di latte potrebbe rappresentare un'interessante alternativa per il contenimento della butteratura amara del melo anche nell'ottica di una gestione ottimizzata degli scarti alimentari e contribuire così alla realizzazione di un modello di economia circolare.

Parole chiave: *Malus x domestica*, fisiopatia, valorizzazione scarti, agricoltura sostenibile

SUMMARY

WHEY FOR CONTROL OF BITTER PIT IN APPLE FRUIT

A two year field trial (2018/19) was carried out in Trentino (northern Italy) to evaluate whey efficacy against apple fruit bitter pit. This study aimed to an agricultural valorization of dried whey as by-products from the manufacture of cheese. In an apple orchard cv Top Red four treatments were compared: two mixtures of whey at 3%, with and without a copper based product (Poltiglia Dispers[®]), a mixture of whey at 6% and a calcium based fertilizer (Calcypit[®]). Untreated plots were included in the comparison. Four foliar applications at 14 days timing, were carried out during fruit ripening period. Whey at 6% and calcium fertilization showed similar good efficacy results against bitter pit if compared to untreated trees. Whey could represent an interesting product to manage bitter pit of apple fruit. The agricultural reuse of industrial whey resulting from cheese manufacture could be a suitable option for its disposal and management and it presents attractive advantages from the economic and pollution control viewpoints.

Keywords: *Malus x domestica*, physiological disorder, waste management, sustainable agriculture

INTRODUZIONE

Il siero di latte è un residuo liquido dell'attività di trasformazione del latte di vacca per la produzione di formaggi. La produzione di siero avviene in quantità rilevante, stimata in circa 7 milioni di t/anno diffusa tra gli oltre 2500 caseifici nazionali (Comegna, 1994). La sua destinazione nel nostro Paese è, tradizionalmente, quella di essere impiegato come alimento per l'allevamento di suini e solo una minima parte è destinata come materia per l'ottenimento di alimenti e farmaci. Il siero è una matrice complessa e la sua composizione chimica e microbiologica è variabile a seguito dei processi lavorativi a cui è sottoposto il latte (sono

stimati almeno 5000 tipi diversi di formaggi a livello nazionale) (González Siso, 1996). Negli anni, a seguito di un netto ridimensionamento degli allevamenti suinicoli e ad una maggiore stringenza delle leggi che regolano lo smaltimento dei reflui industriali potenzialmente inquinanti, si è assistito ad un acuirsi del problema dello smaltimento del siero di latte, che viene percepito più come un problema in termini ambientali ed economici che come una potenziale risorsa da valorizzare (Parisi, 1998). Una frazione del prodotto viene essiccata (stabilizzazione termica) per produrre polveri costituite principalmente da lattosio, sali minerali e proteine da destinare principalmente all'industria mangimistica (Vecchia, 1991). Attualmente il siero di latte è annoverato tra le sostanze di base utilizzabili in agricoltura (art. 2 del reg. CE n.178/2002, art.23 del reg. CE 1107/2009, Reg. di esecuzione UE 2016/560) (Marandola, 2018).

Non sono molti gli articoli scientifici sull'utilizzo e sugli effetti della distribuzione delle polveri di siero di latte in agricoltura e in particolare non risulterebbero informazioni alcune sull'impiego per il controllo della butteratura amara del melo.

La butteratura amara è un disturbo fisiologico associato principalmente a una carenza di Calcio nei frutti che ne riduce notevolmente la qualità. Si manifesta sulla buccia delle mele, soprattutto nella zona calicina, sotto forma di aree circolari depresse di 1-4 mm di colore bruno per accumulo sottostante di tessuto morto. Il meccanismo che determina la comparsa dei sintomi non è stato mai chiarito in modo esaustivo nonostante i numerosi studi specifici al riguardo (Ferguson e Watkins, 1989; Jemrić et al., 2016). Oltre al Ca, altri fattori entrerebbero in gioco nel determinare la comparsa della fisiopatia come la concentrazione di altri elementi nutritivi, in particolare P e Mg, il ruolo svolto dalla cultivar e dal portainnesto, l'equilibrio vegeto-produttivo della pianta e le condizioni di conservazione della frutta in post-raccolta. La butteratura amara si sviluppa principalmente durante la fase di conservazione delle mele in magazzino, tuttavia l'alterazione inizia in campo durante la fase di maturazione dei frutti prima della raccolta (Jemrić et al., 2016).

Al fine di indagare sulla possibilità di uso della polvere di siero di latte proveniente dalla lavorazione del formaggio, si è dunque allestita una sperimentazione della durata di due anni (2018 e 2019) per la gestione della butteratura del melo.

MATERIALI E METODI

La prova è stata realizzata a Mezzocorona (località Piovi) in Provincia di Trento, in un meleto di diciannove anni, cv Top Red, irrigato, con sesto di impianto 4 X 0,9 m, particolarmente soggetto alla butteratura amara.

Il protocollo sperimentale prevedeva la distribuzione di sospensioni di siero di latte a diversa concentrazione utilizzando una polvere ottenuta dall'essiccamento del siero di latte scremato, residuo dall'attività casearia e contenente i quantitativi di lattosio, proteine e sali minerali riportati in tabella 1.

Tabella 1. Principali caratteristiche costitutive (%) del siero di latte in polvere utilizzato

Lattosio	Ac. lattico	Proteine	Umidità	pH	K	PO ₄ ⁻	Cl ⁻	Na	Ca	SO ₄ ⁻	Mg	NH ₄ ⁺	Altro*
68	< 2	12	< 4,5	5,7–6,6	1,9	1,3	0,9	0,5	0,4	0,3	0,1	0,03	≤ 0,001

*Fe, Mo, Mn, B, Zn, Cu, NO₃⁻

Era previsto il confronto tra quattro tesi; due sospensioni di siero in polvere al 3%, rispettivamente con e senza l'aggiunta di rame (Poltiglia Disperss®), una sospensione di siero di latte al 6%, una miscela di concime liquido specifico per la prevenzione delle fisiopatie da Ca carenza (Calcypit®). Era inoltre presente una tesi testimone non trattata (tabella 2).

Ogni tesi, costituita ciascuna da una parcella di dieci piante omogenee, era replicata quattro volte con disposizione secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati. Era escluso dalle normali pratiche agronomiche l'uso di prodotti che avrebbero potuto influire sull'esito del saggio. Le applicazioni avvenivano ogni 14 giorni circa, a partire dallo stadio di BBCH 81 (inizio maturazione, comparsa del colore tipico per la cultivar), mediante atomizzatore professionale a spalla con motore due tempi (mod. Solo 450) nel 2018 e mediante atomizzatore trainato (mod. Dieter Waibl QR) nel 2019. Nel 2018, il giorno 17 luglio, è stato applicato sull'intero appezzamento ospitante la prova un trattamento a base di Calcypit. Si è deciso comunque la prosecuzione dell'esperimento. Non si sono riscontrati in alcun caso problemi di miscibilità per i prodotti impiegati. La modalità di trattamento, a volume d'acqua di 15 hL/ha, prevedeva la completa bagnatura delle piante sino al limite del gocciolamento, evitando di trattare durante le ore più calde della giornata. La coltura non mostrava mai sintomi di stress dovuti a clima sfavorevole o a scarsità di elementi nutritivi o acqua.

Tabella 2. Tesi confrontate nelle due prove (2018/19)

Tesi	Prodotto	Formulazione	Dose/ha
Testimone n.t.	-	-	-
Siero di latte (3%)	Siero di latte	WP	45 kg
Siero di latte (3%) + Rame	Siero di latte + Poltiglia Disperss (solfato Cu 20%)	WP+ WG	45 kg + 1,5 kg
Siero di latte (6%)	Siero di latte	WP	90 kg
Calcio	Calcypit (15% CaO +0,3% B)	SL	4 L

Ad ogni trattamento si registravano gli eventuali problemi di fitotossicità. In entrambe le prove, alla raccolta, sono state scelte due piante rappresentative per parcella e si è valutato la percentuale di frutti visivamente butterati in pianta (nel 2019 veniva registrato anche il peso medio totale dei frutti). Un campione uniforme e rappresentativo di frutti asintomatici per parcella era quindi trasferito in laboratorio per le analisi quantitative e qualitative. Trenta mele sono state utilizzate per la stima visiva del colore (I cat.: superficie colorata $\geq 70\%$; II cat.: $< 70\%$) e la misurazione del grado di durezza, mediante l'utilizzo di un penetrometro digitale per frutta (Turon, mod. 53200SP). Nel 2019 si è aggiunta una valutazione sull'eventuale presenza di fumaggini, rugginosità o altri difetti estetici (imbrattamento). Due cassette per parcella preparate in modo uniforme, contenenti circa trenta frutti asintomatici ciascuna provenienti da più piante, erano tenute in magazzino a temperatura ambiente (circa 20°C) per la favorire la comparsa di sintomi superficiali di butteratura durante un periodo prestabilito di *shelf-life* di 45 giorni. I frutti che sviluppavano marcescenza erano registrati ed eliminati. Il Test chi quadrato di Pearson è stato impiegato, per valutare l'eventuale influenza dei trattamenti sul colore e il danno estetico dei frutti. Tutti i dati quantitativi, quando necessario, sono stati trasformati ($\log X + 1$) e analizzati mediante Anova e successivo test di Tukey per la separazione delle medie tra i gruppi (software utilizzato Statistica ver.13).

RISULTATI

Le condizioni climatiche registrate nel 2018 e nel 2019 durante il periodo delle applicazioni dei prodotti in studio, hanno mostrato in generale valori nei limiti delle medie stagionali senza determinare particolari ripercussioni sulla produzione.

Nel 2018 la raccolta è avvenuta il giorno 31 agosto. Nella tesi testimone il numero medio di frutti totali per pianta era 174,3 con circa l'8% delle mele che manifestavano i sintomi di butteratura. Non differivano tutte le altre tesi con un numero di mele totali/pianta variabile da 151,8 (Calcypit) a 180,8 (siero 3%). La percentuale dei frutti butterati era per le tesi trattate simile a quella registrata sul testimone tranne per la tesi siero 6% dove si registrava una percentuale sensibilmente più bassa (2,1%) (tabella 3). I valori medi di durezza dei frutti erano

simili per tutte le tesi, tuttavia quelle trattate con siero di latte al 3 e 6% e con calcio mostravano i valori più alti. I trattamenti a base di siero al 3 e 6% mostravano una frequenza minore di frutti colorati di I cat. (circa 60% e 50% rispettivamente) rispetto alle altre tesi dove il valore era intorno a 70%.

Tabella 3. Valori medi di alcuni parametri biometrici dei frutti alla raccolta nella prova 2018

Tesi trattamenti	N. mele totali/pianta	% mele butterate /pianta	Durezza (kg/cm ²)	Freq.% I cat. (colore $\geq 70\%$)
Testimone n. t.	174,3 a*	7,7 a	6,9 b	69,2
Siero di latte 3%	180,8 a	7,6 ab	7 ab	59,7
Siero di latte 3% + Rame	165 a	3,9 ab	6,9 b	70
Siero di latte 6%	172 a	2,1 b	7,1 a	50
Calcio	151,8 a	4,9 ab	7 ab	69,2

Date dei trattamenti: 24/7, 2/8, 21/8

*I valori della stessa colonna seguiti da lettere diverse sono significativamente differenti. Test di Tukey, $p \leq 0,05$

Nel 2019 la raccolta è avvenuta il giorno 9 settembre. Il numero totale dei frutti per pianta nel testimone era in media 139,4 con un peso complessivo di circa 27 kg. Le altre tesi mostravano valori simili con differenze non significative (valori medi variabili da circa 116 a 135 frutti/pianta e peso da quasi 24 a circa 26 kg). La percentuale di mele butterate in campo era statisticamente più alta nel testimone non trattato (circa 12%) rispetto a tutte le altre tesi trattate (valori simili tra loro e variabili da 1,4% a 2,8%). Non si sono osservate differenze rilevanti tra le tesi circa il valore medio di durezza dei frutti (circa 8 kg/cm²). La frequenza di frutti colorati di I cat. era inferiore in tutte le tesi trattate, rispetto al testimone (81,7%), in particolare la tesi siero al 3% registrava una frequenza del 56% circa (tabella 4).

I frutti selezionati in campo per le analisi biometriche, provenienti dalla tesi trattata con siero 6%, avevano in media una pezzatura maggiore (diametro di circa 78 mm e peso di 217 g). Il testimone ha fatto registrare i valori più bassi (intorno a 76 mm e 206 g), simili a quelli ottenuti dalla tesi trattata con Ca (tabella 4). Le altre tesi mostravano valori intermedi. In tutte le tesi si è manifestata la presenza più elevata di difetti estetici sulle mele (fumaggine, imbrattamento), ed in particolare per le tesi siero di latte al 3 e 6% la frequenza di frutti colpiti era pari a 8,3% rispetto a circa 1% rilevato sul testimone non trattato (tabella 4). La superficie del frutto interessata da tali inestetismi era in media sempre $\leq 10\%$. Le foglie e i frutti in nessun caso evidenziavano danni da fitotossicità riconducibili in modo specifico ai trattamenti.

Tabella 4. Valori medi di alcuni parametri biometrici dei frutti alla raccolta nella prova 2019

Tesi trattamenti	Mele totali/pianta		% mele butterate /pianta	Freq.% danno estetico	Peso (g)	Diametro (mm)	Durezza (kg/ cm ²)	Freq. % I cat. (colore $\geq 70\%$)
	kg	Num.						
Testimone n.t.	26,7 a*	139,4 a	11,6 a	0,8	205,7 ab	76,1 b	7,7 a	81,7
Siero di latte (3%)	24,9 a	135,3 a	2,8 b	8,3	210,5 ab	76,9 ab	7,6 a	55,8
Siero di latte (3%) + Rame	23,8 a	116,3 a	2,3 b	5,8	206,7 ab	76,3 ab	7,5 a	75
Siero di latte (6%)	25,7 a	127,3 a	1,4 b	8,3	216,6 a	77,9 a	7,6 a	66,7
Calcio	24,8 a	129,9 a	2,4 b	2,5	204,2 b	75,8 b	7,5 a	67,5

Date trattamenti: 12/7, 26/7, 9/8, 23/8

*I valori della stessa colonna seguiti da lettere diverse sono significativamente differenti. Test di Tukey, $p \leq 0,05$

I rilievi, effettuati trascorso il periodo previsto di *shelf-life* in magazzino, in entrambi gli anni di prova, non hanno consentito di evidenziare differenze tra le tesi, testimone incluso, circa il numero di frutti con sintomi di butteratura e marciumi in generale. Tuttavia il siero di latte al 6% ha fatto registrare le percentuali più basse di frutti butterati (tabella 5).

Tabella 5. Valori medi (%) delle alterazioni dei frutti (*shelf-life*: 45 giorni) nel 2018 e 2019

Tesi trattamenti	2018		2019	
	Butteratura	Marciumi	Butteratura	Marciumi
Testimone n.t.	31,9 a*	22,7 a	8,9 a	11,3 a
Siero di latte (3%)	24 a	17,0 a	9,4 a	16,7 a
Siero di latte (3%) + Rame	5,7 a	17,5 a	9,9 a	18,1 a
Siero di latte (6%)	2,2 a	13,8 a	1,9 a	16,1 a
Calcio	18,1 a	9,1 a	1,4 a	16,2 a

*I valori della stessa colonna seguiti da lettere diverse sono significativamente differenti. Test di Tukey, $p \leq 0,05$

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I trattamenti a base di Ca nel controllo della butteratura amara del melo rivestono un ruolo fondamentale nella riduzione della comparsa dei sintomi. La loro efficacia è tuttavia variabile in funzione di diversi parametri tra i quali cultivar e areale di coltivazione (Porro et al., 2006). L'apporto di Ca può avvenire sotto varie forme e combinazioni. In bibliografia sono presenti ricerche su applicazioni fogliari di cloruro di Ca (CaCl_2), farine di guscio di molluschi, carbonato di Ca (CaCO_3), Ca e aminoacidi che testimonierebbero una certa efficacia di questi interventi nel ridurre i sintomi di butteratura e aumentare la durezza dei frutti (Jemrić et al., 2016). Numerosi autori tuttavia concludono che per il manifestarsi del quadro sintomatologico oltre alla presenza di una certa quantità di Ca nei frutti, è altrettanto importante il suo rapporto con altri elementi come K, N, P, Mg e Mn (Ben, 1995; Biškup et al., 2003; Porro et al., 2006; Jemrić et al., 2016).

Il siero di latte, se comparato ad altri sottoprodotti e sostanze di scarto, rappresenta una discreta fonte di sostanze nutritive come N, K, P, Ca, Mg, che possono svolgere un ruolo importante nella regolazione della crescita delle piante (Robbins et al., 1998).

I risultati scaturiti da questa esperienza consentono di fare alcune preliminari considerazioni su un possibile impiego del siero di latte in un meleto, in produzione, per la prevenzione della butteratura.

La distribuzione sulle piante cultivar Top Red del siero di latte al 6%, ogni quattordici giorni circa e per un massimo di quattro trattamenti, potrebbe rivelarsi una tecnica valida e trasferibile in campo, equiparabile alla concimazione calcica normalmente adottata a livello locale. Non sarebbero influenzati negativamente parametri come la resa della pianta, la durezza dei frutti e la loro conservazione in magazzino. Le analisi della matrice impiegata, dei frutti e delle foglie durante la stagione vegetativa, fornirebbero altresì preziose informazioni sull'effettivo apporto nutrizionale dei trattamenti alla pianta.

L'intrinseca salinità, dovuta ai costituenti del latte e al processo produttivo del formaggio, il possibile sviluppo in alcune situazioni di macchie e fumaggini sulla vegetazione e sui frutti, con ripercussioni sulla colorazione, un forte odore di acido butirrico, con attrattività verso gli

insetti, rappresentano in ogni caso limiti importanti da risolvere prima di un impiego esteso del siero (Prazeres et al., 2012). La variante cultivar e l'età delle piante impongono, inoltre, ulteriori considerazioni da ponderare con attenzione prima di estendere le applicazioni su ampie superfici.

Tutto ciò non toglie comunque il fatto che nel prossimo futuro gli sforzi da compiere nella ricerca saranno in parte indirizzati proprio alla valorizzazione degli scarti e dei sottoprodotti provenienti dall'industria agro-alimentare. In particolare sarà sempre più necessario implementare modelli di economia circolare nelle filiere agricole e industriali, per l'adozione di modelli produttivi sostenibili. È anche in questa chiave di lettura che la sperimentazione realizzata vorrebbe apportare un primo e utile contributo.

Ringraziamenti

Le attività presentate in questo lavoro sono state finanziate nell'ambito del progetto PEI "Interventi innovativi ed integrati a supporto della qualità e valore della filiera del Trentingrana" (TRENTINGRANA). Si ringrazia CONCAST (Consorzio dei Caseifici Sociali Trentini s.c.a.) per la collaborazione e per aver fornito il siero necessario alla sperimentazione.

LAVORI CITATI

- Ben J., 1995. Mineral composition of "Jonagold" apples differing in size and in the presence of bitter pit. *Acta Horticulturae*, 383, 457-462.
- Biškup S., Čosić T., Pecina M., Miljković I., 2003. Relations of nutrient in apple leaves and fruits grown on acid soil and their influence on bitter pit occurrence. *Pomol. Croat.*, 9, 25-35.
- Comegna E., 1994. Disponibilità geografica del siero e attuali soluzioni di smaltimento. Convegno l'Aquila, 06/06/1994; Istituto superiore lattiero-caseario di Lodi.
- Ferguson I.B., Watkins C.B., 1989. Bitter pit in apple fruit. *Hort.*, 11, 289-355.
- González Siso M.I., 1996. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. *Bioresource Technology*, 57, 1-11.
- Jemrić T., Fruk I., Fruk M., Radman S., Sinkovič L., Fruk G., 2016. Bitter pit in apples: Pre- and postharvest factors: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14, 4.
- Marandola D., 2018. Mezzi di biocontrollo, istruzioni per l'uso. *L'Informatore Agrario*, 39, 57-61.
- Parisi P., 1998. Aspetti agronomici dell'impiego dei reflui dell'industria agro-alimentare. *Riv. Agron.*, 32, 196-220.
- Porro D., Ceschini A., Pantezzi, T., 2006. The importance of advisory service in predicting bitter pit using early-season fruit analysis. *Acta Horticulturae*, 721, 273-278.
- Prazeres A. R., Carvalho F., Rivas J., 2012. Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management*, 110, 48-68.
- Robbins C.W., Lehrs G., 1998. Cheese whey as a soil conditioner. In: Handbook of soil conditioners: substances that enhance the physical properties of soil. Marcel Dekker, Inc., New York, 167-186.
- Vecchia P.L., 1991. La produzione di siero e dei suoi derivati. *Rivista di suinicultura*, 12, 43-49.