P. MORI - C. POMA-TRECCANI (*)

Osservatorio per le Malattie delle Piante - Verona
Istituto di Coltivazioni Arboree dell'Università - Milano

INDAGINI SPERIMENTALI SULLA BUTTERATURA AMARA DELLE MELE

PREMESSA

La butteratura o maculatura amara delle mele è una complessa fisiopatia osservata e descritta già da circa un secolo e mezzo in Germania. Successivamente è stata riscontrata e segnalata in numerosi Paesi pomicoli (USA, Australia, Sud Africa, Inghilterra, Olanda, Germania, Nuova Zelanda, ecc.) tanto che attualmente si conoscono oltre 300 pubblicazioni sull'argomento. In Italia, pur avendola riscontrata e descritta forse per primi (Petri, 1931 e Peyronel, 1932), fino a 15-20 anni fa tale alterazione, anche perché non molto diffusa, venne poco studiata. Nel dopoguerra è stata ricordata da J. Scurti (1948) e nuovamente descritta da Poma-Treccani (1953, 1960) e più recentemente da Mezzetti (1961) e da Gorini ed Eccher (1963).

Sintomi

La butteratura amara (fot. 1) si manifesta sulle mele con una serie di sintomi talvolta lievemente diversi. Il più frequente è quello della formazione, verso la parte calicina del frutto, di zone suberose, isolate o confluenti, di circa 3-5 mm. di diametro, poste nei primi 1-2 cm. della polpa e talora affioranti fino all'epidermide. In tal caso il frutto presenta aree pressoché tondeggianti di color bruno-livido più o meno visibili attraverso la buccia, generalmente liscie ma spesso depresse. Il colore esterno delle tacche imbrunisce con l'aggravarsi dell'alterazione, ma può divenire anche azzurrognolo o verdastro, secondo le varietà colpite (1).

È abbastanza frequente il caso che le zone di tessuto colpito si localizzino, sempre isolate o raggruppate, nell'interno della polpa senza che l'alterazione compaia in superficie.

Più comunemente, le due forme di alterazione, superficiale e profonda, sono riunite nello stesso frutto.

Il tessuto alterato ha un colore variabile dal giallo-ocra al marrone scuro, un aspetto stopposo, disidratato e spugnoso, quindi relativamente consistente rispetto alla parte

---

(*) Il presente lavoro, predisposto dalla Prof.sa C. Poma-Treccani, è stato eseguito dai due autori per la parte sperimentale (trattamenti, raccolta e campionamento dei frutti), e per il rilievo e l'elaborazione dei risultati; la ricerca bibliografica e la stesura del testo sono stati curati invece prevalentemente dal Dott. Mori.

Al rilievo ed all'elaborazione dei dati ha collaborato anche il leureando Claudio Provera dell'Istituto di Coltivazioni Arboree dell'Università di Milano.

(1) È possibile confondere la butteratura amara con i danni causati dalla grandine relativamente lieve, che provoca percosse senza rottura della buccia, o con la borocarenza. Nel primo caso, però, le tacche oltre che essere generalmente un po' più grandi e tutte da uno stesso lato del frutto, conservano il colore tipico della buccia all'atto della grandinata, mentre il sottostante tessuto suberoso ha un colore giallo ocra, anziché marrone come nella butteratura amara e non si trova mai disperso in profondità nel parenchima del frutto. Nel secondo caso, invece, i frutti restano di norma piccoli, o deformati, oppure se raggiungono uno sviluppo normale formano delle estese cavità suberose; nel caso della borocarenza però anche le piante deperiscono assumendo un aspetto stentato e rachitico.

del frutto rimasta sana. Il sapore di queste «isole necrotiche» è spesso amaro (da cui il nome della fisiopatia).

Le ricerche istologiche eseguite sulle cellule alterate hanno messo in evidenza, oltre alla rottura della parete cellulare, la disgregazione e morte del protoplasma, la presenza (come pure in quelle ad esse adiacenti) di notevoli quantità di amido (0,8-1,1% contro lo 0,1-0,2%), anche dopo che questo è scomparso per idrolisi dalle parti sane del mesocarpo. Tale caratteristica, ritenuta una conseguenza della alterazione, dimostra che le cellule necrotizzate muoiono già prima che inizi il processo di maturazione fisiologica dei frutti, imprigionando l'amido accumulato, che quindi non si è potuto idrolizzare in zuccheri (levulosio, destrosio, saccorosio, ecc.).

Analoghe indagini compiute sulle sostanze pectiche delle zone colpite hanno messo in evidenza la loro disgregazione e perfino la degenerazione della lamella mediana delle cellule.

Infine, alcuni ricercatori hanno più volte osservato che le zone necrotiche dei frutti sono poste sempre in vicinanza od attraversate dai fasci conduttori. Da qui l'ipotesi che l'alterazione fosse in rapporto con il bilancio idrico e nutritivo dei frutti stessi, come vedremo meglio oltre.

Decorso

La butteratura amara può comparire già sui frutti pendenti oltre un mese e mezzo prima della raccolta. Ma più spesso rimane latente fino al viraggio del colore di fondo e maturazione dei frutti stessi, anzi ve ne sono numerosi che pur avendo l'alterazione in profondità non manifestano alcun sintomo esterno: pertanto, solo il loro taglio trasversale eseguito a più livelli verso la metà calicina, può rilevarne la presenza.

Sulle piante di uno stesso frutteto, anche se della medesima cultivar, l'alterazione è molto variabile, così pure non vi sono norme costanti sull'intensità della butteratura amara nelle diverse parti di una stessa pianta, anche se spesso nei frutti posti all'apice dei rami fruttiferi più vigorosi si rileva più accentuata.

Varietà più colpite

Negli ultimi anni, specie nel 1967 e 1968, l'alterazione è stata particolarmente grave — almeno nel Veneto — sulle cultivars del gruppo Delicious (Stark e Starking), King David, Stayman Winesap e sue mutazioni (Stayman Red e Turley). Più lieve si è manifestata sul Golden Delicious e sporadica su Morgenduft e Democrat.

I danni che tale fisiopatia arreca attualmente sono ingenti: basti pensare, ad esempio, che sul Delicious rosso raggiunge una percentuale di frutti dal 20 al 30% (con punte fino al 75%), che deve essere svenduta ad un prezzo più che dimezzato rispetto al normale.

Cause determinanti

È stato più volte osservato, pressoché concordemente, che le pratiche colturali che aumentano il vigore vegetativo delle piante e la pezzatura dei frutti favoriscono l'insorgenza della butteratura amara. Così ad es. le potature energiche, il diradamento, la scarsa allegagione, ecc., sono fra i fattori più direttamente in causa.

Anche taluni portainnesti vigorosi, i terreni molto fertili, le abbondanti e tardive concimazioni azotate e potassiche (come ci è accaduto di osservare più volte), gli squilibri idrici del terreno e delle piante, frequenti soprattutto nei suoli più sciolti, sono ritenuti fattori suscettibili di aumentare la alterazione.

In breve, tutto ciò che porta ad una «forzatura» delle piante può predisporre i frutti alla butteratura; è ovvio pertanto che tutte le pratiche riducenti il vigore vegetativo la ostacolano.

In alcune varietà la raccolta prematura dei frutti aumenta l'incidenza dell'alterazione come dimostrato anche da uno di noi per le cvs. Stayman Winesap (Poma-Treccani 1954 e 1956) ed Abbondanza (1958) e da vari AA. per altre varietà.

È stata notata altresì una correlazione diretta fra pezzatura dei frutti ed intensità della fisiopatia, come abbiamo osservato e dimostrato anche noi stessi (lavoro di prossima pubblicazione). Si può constatare, infatti, che i frutti piccoli o di medie dimensioni, con buccia spessa e polpa molto con-

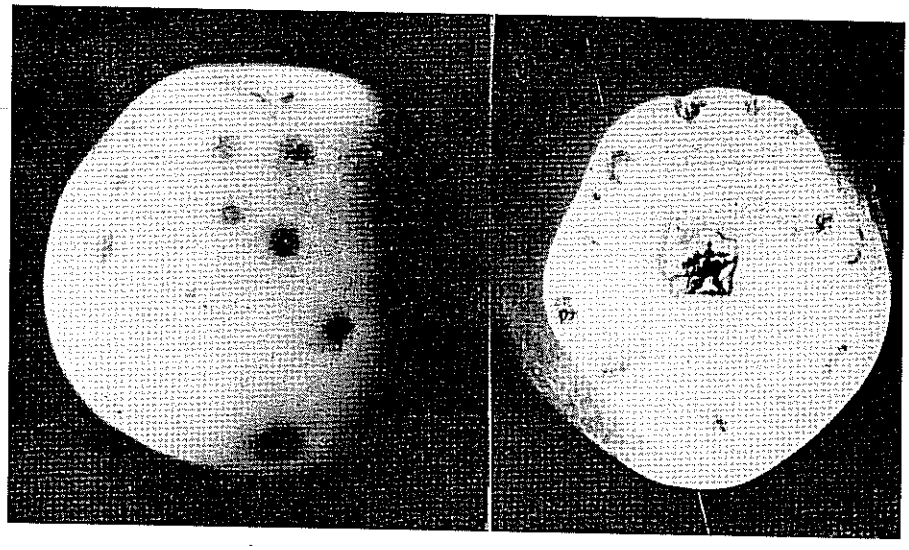

Fig. 1 - *Butteratura amara su mele cv. Stark Delicious.*

sistente — quindi con cellule piccole e pareti cellulari ispessite — sono pressoché indenni dall'alterazione indipendentemente dalla varietà più o meno sensibile.

Fra la serie di cause provocanti la maculatura amara fu perfino ipotizzata una virosi (Scurti, 1948) la quale venne successivamente smentita (Campbell e Coll., 1962), poiché non fu possibile trasmetterla per innesto.

Bilancio idrico

Già dal 1941 Smock, osservando la concentrazione osmotica dei frutti colpiti, avanzò la prima ipotesi dicendo che «il bilancio idrico gioca il ruolo maggiore nell'origine della maculatura amara», e poiché questa venne ridotta con una parziale defogliazione dei rami, concluse che era dovuta soprattutto alla «competitiva forza di aspirazione» delle foglie rispetto ai frutti. In seguito diversi AA. (Hilkembaumer 1959, Wilkinson 1958, Beyers e Ginsburg 1961, ecc. operanti rispettivamente in Germania, Inghilterra e Sud Africa) hanno riscontrato che l'alternarsi di umidità nel terreno (e quindi nella pianta e relativi frutti e foglie) dovuta a siccità seguita da irrigazioni sperimentali abbondanti e da piogge continue, accentua la butteratura amara, specie negli ultimi due mesi prima della raccolta. Anche noi abbiamo potuto constatare le ripercussioni negative delle irrigazioni tardive dopo un lungo periodo siccitoso nell'estate 1967, mentre nel 1968 le piogge continue, anche se non eccessive, mantenendo il terreno sempre fresco-umido, hanno ugualmente accentuato l'alterazione.

Il ruolo degli elementi nutritivi

E vediamo, più accuratamente, il ruolo esercitato dai principali elementi minerali (e soprattutto quello del Ca, K e Mg) nell'insorgenza della maculatura. È noto che il primo entra a far parte, come pectato di calcio, della lamella mediana cellulare; pertanto, ha attirato l'attenzione di molti ricercatori, i quali — come vedremo fra breve — ne hanno studiato l'influenza, parallelamente a quella di altri elementi, mediante somministrazioni tanto sulla chioma durante il periodo dell'accrescimento dei frutti, quanto sul terreno verso la fine del periodo di riposo delle piante.

Riassumendo le esperienze eseguite nei principali Paesi pomicoli del mondo limitatamente agli ultimi decenni, ricordiamo che sebbene fin dal 1933 negli Stati Uniti furono avanzate correlazioni tra il contenuto in alcuni elementi minerali (K) e l'insorgenza della butteratura amara, solo più recentemente Garman e Mathis (1956), operando nel Connecticut, misero per primi in evidenza il ruolo che i tre cationi principali K, Ca e Mg avevano nell'origine della maculatura amara, dimostrando che nei frutti colpiti vi era

una scarsa quantità di Ca e dosi più elevate di K, P, Mg e B rispetto a quelli sani. Essi conclusero che l'alterazione del rapporto Mg/Ca e Mg + K/Ca sarebbe la causa della fisiopatia. Irrorando, quindi, sali di Ca sulle piante in vegetazione od immettendo questi nel terreno ebbero — specie nel primo caso — una significativa diminuzione del disturbo.

Tale pratica, da loro ideata, è stata poi confermata ed attuata in tutto il mondo.

Anche Van Schreven (1958), in Olanda ebbe una correlazione diretta tra acidità e tenore in potassio nei frutti e l'intensità della butteratura amara; all'opposto i frutti con poco K erano più ricchi di aminoacidi. Oberly (1959), con una serie di analisi della produzione di 18 frutteti del Michigan dimostrò che la grossa pezzatura dei frutti e la presenza in essi di elevate dosi di N, P e K (dovute a forti concimazioni) accrescono la alterazione, mentre un alto contenuto di Ca e Mn la diminuiscono. Egli attribuì alle abbondanti concimazioni azotate e potassiche usate in quello Stato — in contrasto con le mancate calcitazioni — la responsabilità del disturbo. Esaminandone le cause per la produzione del 1958 in Germania, Hilkembaumer e Reinken (1959) affermarono che l'eccessiva umidità e le concimazioni elevate (al di sopra di 150 Kg./Ha per ogni elemento) erano i fattori principali dell'inconveniente.

Bunemann G. (1960), in Germania, trovò che le ceneri dei tessuti alterati superano di oltre il 50% quelle degli adiacenti tessuti normali, e che nelle diverse parti del frutto il K rimane pressoché inviariato (32-35%), il Ca diminuisce sensibilmente tanto nelle tacche butterate, quanto nella parte sana dei frutti colpiti (1-1,2% contro l'1,8%), mentre il Mg si accresce fortemente solo nelle zone necrotiche degli stessi e non nei tessuti sani (3,5% contro l'1,9%).

Sembra, quindi, che la deficienza del Ca nelle aree alterate sia sostituita dal Mg. Questo A. ha concluso affermando — anche in seguito a prove di campo — che il Ca è la «chiave» della resistenza dei frutti alla butteratura amara.

Martin e Coll. (1960), in Tasmania (Australia), oltre aver confermato che le irrorazioni estive con nitrato di Ca sulla chioma riducono la butteratura, hanno dimostrato che quelle con nitrato di Mg la incrementano, mentre del tutto inefficaci sono quelle con nitrato potassico, fosfato di Ca e borace (non si conosceva ancora il meccanismo per il quale il Ca come nitrato è attivo, mentre come fosfato è inattivo). Le analisi compiute sui frutti delle piante trattate hanno rilevato che N, P, K e Mg non variano, contrariamente al Ca che invece aumenta, solo però nella tesi che aveva ricevuto il nitrato.

Anche questi AA. conclusero che il Ca è l'elemento critico nell'insorgenza della maculatura amara, ma che anche il Mg gioca un ruolo importante pure se non del tutto chiaro.

Sempre Martin e Coll. (1965), volendo approfondire l'efficacia dei diversi sali di Ca, irrorarono 4 varietà di melo (Cleopatra, Cox, Orange, Sturmer e Democrat) e trovarono che il nitrato ed il cloruro di Ca sono i più efficaci ed anche reperibili a prezzo modesto.

Questa efficacia sarebbe spiegata con la loro proprietà igroscopica che prolungandone la solubilizzazione faciliterebbe l'assorbimento, specie se l'umidità relativa dell'aria è elevata. Ciò spiegherebbe anche il motivo per cui detti sali producono talvolta delle ustioni sulle foglie se irrorati — a dosi elevate — ad es. verso sera, mentre questo non avviene nelle ore più calde della giornata. Gli AA. notarono anche che:

— tale metodo di cura pur riducendo notevolmente la maculatura amara, non elimina del tutto l'alterazione anche con 5 applicazioni all'anno;

— nelle varietà a buccia rossa il nitrato riduce il colore, specie se le piante hanno ricevuto dosi eccessive di N;

— con l'uso del nitrato si aveva anche un modesto aumento di N nella buccia, ma senza conseguenze negative;

— non si ha alcun effetto positivo per il presunto accumulo di Ca trattando le piante per più anni; in altre parole, gli interventi sono necessari ogni anno (analogamente agli antiparassitari);

— la concimazione del terreno e le irrorazioni sugli alberi con gli stessi sali di calcio durante il periodo di riposo, non lo aumentano nei frutti;

— il boro non era implicato nell'alterazione, nelle condizioni del loro terreno (Tasmania).

Per i migliori risultati essi raccomanda-

rono il seguente calendario dei trattamenti (riferito al nostro emisfero):

1° - 15 gg. dopo la caduta dei petali, nitrato di Ca 0,5% su tutte le varietà;

2° - 1ª settimana di giugno, nitrato di Ca 0,8% su tutte le varietà;

3° - 1ª settimana di luglio, nitrato di Ca 0,8% su tutte le varietà;

4° - 1ª settimana di agosto, nitrato di Ca 0,8% sulle varietà chiare e cloruro di Ca 0,8% sulle varietà rosse;

5° - 4ª settimana di agosto, nitrato di Ca 1% sulle varietà chiare e cloruro di Ca 1% sulle varietà rosse;

6° - 2ª e 3ª settimana di settembre, cloruro di Ca 1% su tutte le varietà tardive.

A conclusioni analoghe per quanto riguarda le cause della maculatura amara ed i rimedi per prevenirla od almeno ridurla, sono giunti altresì Askew e Coll. (1960) in Nuova Zelanda, Beyers e Ginsburg (1961) in Sud Africa, Raphael e Richards (1962) ancora in Australia, nonché Gorini ed Eccher (1963) in Italia.

Gli AA. australiani aggiungendo al nitrato di calcio diversi additivi per aumentarne l'assorbimento da parte dei frutti, mentre non hanno trovato differenze significative con il Tween 20 (che è un «penetrante» specifico), con la glicerina, la gliodina (anticrittogamico con particolari proprietà bagnanti adesive), ecc., hanno avuto un incremento dell'alterazione con l'impiego dell'acido naftalinacetico (NAA) usato tre settimane dopo la fioritura, perché la sua azione diradante ha diminuito il numero dei frutti ed aumentato la loro pezzatura.

I suddetti AA. hanno inoltre precisato che per avere i migliori risultati necessitano almeno 4 trattamenti alla distanza massima di 20 giorni, iniziando subito dopo l'allegagione con le dosi dello 0,5% per i primi due, poi rispettivamente con lo 0,8% ed 1% per gli altri.

Un incremento della butteratura amara è stato ottenuto in Inghilterra da Kirby e Coll. (1967) trattando per più anni la cv. di melo Worcester Pearmain contro la ticchiolatura con Ferbam, Ziram e soprattutto con TMTD, (prevalentemente per l'azione diretta dei principi attivi ed in minor misura per aver diminuito la percentuale di frutti allegati aumentandone la pezzatura ed il rapporto con le foglie). Ciò non è avvenuto invece con lo Zineb il Mancozeb + Zineb ed il Metiram.

Martin e Coll. (1965-66-67a e b), continuando le indagini con l'aggiunta di additivi vari al nitrato di Ca, condussero per due anni sulle cvs. Cleopatra e Granny Smith una serie di prove esaminandone gli effetti non solo verso la maculatura amara, ma anche nei riguardi del contenuto minerale, del peso medio e numero delle cellule dei frutti, nonché del peso dei germogli.

I trattamenti fondamentali furono cinque e, ripetuti ad intervalli mensili, vennero effettuati con nitrato di calcio all'1% ed, in un caso poco prima della raccolta, anche al 2%. Gli additivi usati sono stati:

— l'acido dimetilaminosuccinico (= Alar, indicato con la sigla B 995), allo 0,2%;

— il dimetilsulfossido (= DMSO) alle dosi dello 0,01% e 0,1% (10 e 100 gr./hl);

— la difenilamina (= DPA), allo 0,3%.

I risultati più importanti furono:

— tutte le tesi con nitrato di Ca ridussero la maculatura amara;

— venne riconfermata la correlazione negativa fra percentuali di Ca nei frutti ed incidenza dell'alterazione (cioè aumentando il primo diminuiva la seconda), mentre questa aumentava con l'accrescersi del K;

— il DMSO alle dosi dello 0,01% e dello 0,1% non aumentò l'effetto del nitrato;

— il B-995 invece lo migliorò, diminuendo la butteratura amara, poiché ridusse lo sviluppo dei germogli e la pezzatura dei frutti;

— un solo trattamento pre-raccolta con nitrato al 2% + la DPA allo 0,3% (usata di norma per il lavaggio della frutta dopo la raccolta contro il «riscaldo»), non solo ha contenuto lo stesso «riscaldo», ma ha ridotto la maculatura amara come 5 trattamenti di nitrato all'1% usato da solo. A tale scopo anche noi abbiamo in corso prove analoghe.

Questa azione fisiologica della DPA — hanno aggiunto gli AA. — merita di essere ulteriormente studiata. Inoltre essi, studiando la penetrazione del Ca attraverso l'epidermide dei frutti, notarono che nelle varietà molto permeabili (ad es. la Cox Orange),

non si aveva alcun miglioramento aggiungendo al nitrato degli additivi; in quelle mediamente (come la Cleopatra), solo la DPA allo 0,2% e non il DMSO allo 0,1% ne aumentò la penetrazione; mentre nelle varietà aventi un'alta resistenza naturale alla penetrazione, gli additivi non ebbero alcun effetto positivo. La quantità penetrata era comunque sempre più alta con elevata umidità relativa dell'aria.

Per concludere infine le indagini sull'importanza del Ca, Martin (1967 c) e Martin e Lewis (1967 d), studiandone la traslocazione con il 45Ca (marcato) scoprirono che esso si sposta dai frutti alle foglie adiacenti e, se dato sulle foglie si «ritira» dentro la pianta per ricomparire nelle nuove foglie nella stagione successiva, mentre se iniettato sulle branche ne segue l'allungamento. La sua presenza, mediante la radioattività, può essere rivelata anche dopo due anni nelle foglie e frutti; ciò dimostra quindi la sua grande mobilità nell'interno delle piante.

Finora abbiamo visto la fondamentale importanza del Ca nell'insorgenza della butteratura amara. Passando allo studio del ruolo esercitato dai vari elementi apportati normalmente con le concimazioni, Wilkinson (1957-1958), in Inghilterra ha dimostrato che con dosi notevoli di N, K e P si aveva un aumento dell'assorbimento significativo solo per i primi due (N e K), ed in particolare che, con soli 125 Kg/Ha di K_2O (pari a 250 Kg di solfato al 50%), si aveva:

— un notevole aumento di potassio nei frutti e che questo portava all'aumento dell'acidità (espressa in acido malico) e del magnesio. Potassio e magnesio sembrano quindi avere un rapporto di interdipendenza ed un assorbimento parallelo;

— che l'aumento di Mg nei frutti portava però ad una sua diminuzione nelle foglie, fino al manifestarsi di fenomeni di carenza;

— che il contenuto di calcio era maggiore nei frutti di minor pezzatura (che com'è noto sono i meno colpiti dalla maculatura amara) e che questi avevano un volume delle cellule più piccolo e quindi proporzionalmente maggiore la superficie delle pareti cellulari nelle quali appunto esso si accumula.

Le ricerche più importanti che noi conosciamo sull'influenza dei principali elementi della nutrizione nei riguardi della maculatura amara sono però quelle di Bunemann (1960-1965) ad Hannover e di Martin e Coll. (1962-1964), ancora in Tasmania, i quali hanno allevato piante di melo in vasi con sabbia quarzosa concimata con soluzioni nutritive complete o carenti di un elemento fondamentale. In particolare Martin e Coll. osservarono che:

— solo le tesi con una concimazione completa e quelle senza Ca o Mg dettero frutti sviluppati e comparabili;

— i frutti della tesi senza potassio rimasero molto piccoli ma non vennero colpiti dalla maculatura amara;

— quelli delle tesi senza azoto furono tanto scarsi da non poter essere comparati;

— le tesi senza Ca ebbero una maggior percentuale di maculatura amara sia «di campo» che «di magazzino»; un aumento dell'azoto proteico ed un aumento delle ceneri, ed in particolare del K, P e Mg, ma non variò il rapporto tra questi elementi; ovviamente invece quello tra Mg e Ca e più ancora tra Mg + K ed il Ca;

— le tesi senza magnesio dettero frutti più piccoli ma in maggior numero (senza ripercussioni negative sulla produzione) e più ricchi di Ca e di N; inoltre l'assenza di Mg si rilevò con una carenza nelle foglie, ma non diminuì nei frutti, confermando la competitività fra i due organi per questo elemento e la possibilità di sostituire il Ca nei frutti stessi quando è carente, come aveva già trovato Bunemann nel 1960.

PROGRAMMA DELLE PROVE

Metodi e mezzi usati

In base alle già ricordate esperienze eseguite soprattutto all'estero con l'impiego di soluzioni di sali di calcio irrorate sui meli in vegetazione allo scopo di prevenire o ridurre l'insorgenza della maculatura amara, nel 1967 e 1968 abbiamo effettuato numerose prove sperimentali in diverse parti del Veneto.

Quella che qui riferiamo ha avuto luogo presso il Consorzio Ortofrutticolo di Begoso (Verona) (2), su due filari di 15 meli della

(2) Si ringrazia vivamente il suo presidente Sig. Franceschi Renato e collaboratori, per l'interessamento dimostrato al problema e per la collaborazione data nell'esecuzione delle prove.

cv. Stark Delicious di 14 anni di età allevati a vaso, su un terreno di medio impasto tendente al limoso. La produzione di queste piante ogni anno era colpita dalla maculatura amara.

Agli effetti della prova ogni filare venne diviso in due parti (o blocchi) delle quali ognuna venne alternativamente trattata con nitrato di Ca all'1% ([3]), mentre la parte rimanente restò di controllo.

Il numero degli interventi sono stati quattro ed hanno avuto luogo l'8-6, 22-6, 6-7 ed il 20-7-1967 sempre nelle ore più calde della giornata.

Al nitrato, usato sempre da solo, è stato aggiunto ogni volta un bagnante adesivo alla dose di gr. 50/hl ([4]). La dose di prodotto impiegata non ha causato alcun inconveniente nella maggioranza delle piante; solo in quelle poco vigorose ha provocato un leggero ripiegamento a doccia delle foglie (cioè con i lembi verso l'alto), scomparso dopo 2-3 giorni.

Alla raccolta dei frutti, avvenuta il 9-9-1967 è stata pesata separatamente la produzione di ogni pianta trattata e di controllo; da questa sono state scelte poi due casse di 70 frutti ognuna (del ∅ 22-24 pari a 70-75 mm. di circonferenza), il più possibile uniformi per colore superficiale e di fondo, nonché per grado di maturazione. Il campione pertanto rappresentava adeguatamente la produzione dell'intera pianta.

Lo stadio di maturazione alla raccolta è stato meglio controllato con i relativi indici, i cui valori medi, per le due tesi, sono stati i seguenti:

— durezza della polpa = 16,5-17 libbre/pollice quadrato, pari a 7,5-7,8 Kg/cm^2;

— presenza di amido (intensità del colore con soluzione iodio-iodurata) = medio-chiara;

— colorazione rossa dei frutti = 60-65% della superficie.

Il giorno successivo alla raccolta, delle due casse di ogni ripetizione per le due tesi, una è stata sottoposta a lavaggio con un prodotto «antiriscaldo» al 0,3% ([5]), mentre l'altra è stata tenuta come controllo.

Ciò allo scopo di osservare se vi fosse stata qualche interazione fra trattamento con nitrato di Ca sulla vegetazione ed «antiriscaldo» post-raccolta. Le tesi finali di 15 ripetizioni ognuna, pertanto furono:

a) Nitrato di calcio 1% con lavaggio «antiriscaldo»;

b) Nitrato di calcio 1% senza lavaggio «antiriscaldo»;

c) Controllo con lavaggio «antiriscaldo»;

d) Controllo senza lavaggio antiriscaldo».

La conservazione di tutta la partita in prova, è iniziata dopo sette giorni dalla raccolta ed è avvenuta in cella frigorifera normale alla temperatura di 0-1 °C, con umidità relativa dell'85-90%.

Rilievo dei risultati

Dopo alcuni saggi orientativi eseguiti nel corso della conservazione, i rilievi finali per l'accertamento dell'intensità della maculatura amara, ebbero luogo il 3-5-1968, dopo che le mele —tolte dal frigo una settimana prima — avevano avuto circa sette mesi e mezzo di conservazione. Questa infatti è stata volutamente prolungata al massimo per constatare l'eventuale influenza degli interventi eseguiti oltre che sulla maculatura amara anche sui marciumi (da Gloeosporium, Penicillium, Botrytis, ecc.), insorti durante la permanenza in frigo.

Il rilievo della maculatura amara è stato eseguito contando prima i frutti colpiti di ogni ripetizione e poi suddividendoli — secondo il grado d'intensità dell'alterazione — nelle tre classi seguenti:

— lieve quando i frutti avevano 1-2 macchie di butteratura all'esterno;
— media quando i frutti avevano 3-5 macchie di butteratura all'esterno;
— forte quando i frutti avevano 6-10 macchie di butteratura all'esterno.

Da tale classificazione è stato quindi possibile ricavare l'idice d'intensità della butteratura (o numero medio di macchie per frutto) di ogni ripetizione e la relativa me-

---

([3]) Al 15-16% di azoto, pari al 26-26,5% di Ca.
([4]) Fitofil-Monteshell.
([5]) Etossichina (= Stop Scald).

Risultati prove «Butteratura Amara» cv. Stark Delicious
Az. Franceschi Renato - Begosso (Verona) 1967

Ripetizioni		Lavati con Stop Scald					Non lavati con Stop Scald				
		Marciumi (1)		Frutti butterati (1)			Marciumi (1)		Frutti butterati (1)		
NUMERO	Produzione Kg per pianta	Numero frutti	%	Numero	%	Indice di intensità su ogni frutto (2)	Numero frutti	%	Numero	%	Indice di intensità su ogni frutto (2)
Trattati con nitrato di calcio											
1	76	6	8,57	19	27,14	2,17	4	5,71	12	17,14	0,85
2	142	2	2,85	13	18,57	1,07	6	8,57	6	8,57	0,68
3	148	8	11,42	15	21,42	1,42	5	7,14	20	28,57	2,04
4	80	11	15,71	17	24,28	1,77	8	11,42	9	12,85	0,80
5	43	11	15,71	2	2,85	0,07	29	41,42	—	—	—
6	121	1	1,42	4	5,71	0,32	5	7,14	4	5,71	0,40
7	106	4	5,71	3	4,28	0,28	10	14,28	7	10,00	0,70
8	155	11	15,71	21	30,00	2,19	5	7,14	10	14,28	0,97
9	147	5	7,15	16	22,85	1,71	4	5,71	17	24,28	1,66
10	130	3	4,28	15	21,42	1,52	9	12,85	25	35,71	2,61
11	155	1	1,42	3	4,28	0,19	3	4,28	10	14,28	1,05
12	130	8	11,42	8	11,42	0,91	10	14,28	19	27,14	2,00
13	209	—	—	13	18,57	1,00	3	4,28	8	11,42	0,72
14	78	4	5,71	6	8,57	0,68	14	20,00	18	25,71	1,90
15	36	2	2,85	4	5,71	0,27	3 *	5,45	10 *	18,18	1,10
TOTALI	1.756	77		159			118		175		
Medie			7,33		15,13	0,96		11,41		16,90	1,16
Controllo											
1	130	6	8,57	29	41,42	3,22	28	40,00	46	65,41	5,25
2	166	17	24,28	19	27,14	2,17	16	22,85	31	44,28	3,42
3	61	10	14,28	41	58,57	4,57	17	24,28	32	45,71	3,65
4	104	5	7,14	21	30,00	2,34	12	17,14	25	35,71	2,52
5	183	8	11,42	37	52,85	4,22	8	11,42	19	27,14	2,17
6	123	18	25,71	38	54,28	4,34	25	35,71	32	45,71	3,26
7	51	17	24,28	26	37,14	2,97	5	7,14	21	30,00	2,34
8	95	10	14,28	13	18,57	1,48	22	31,42	22	31,42	2,40
9	104	6	8,57	15	21,42	1,60	7	10,00	3	4,28	0,34
10	149	23	32,85	37	52,85	4,22	23	32,85	41	58,57	4,59
11	241	4	5,71	8	11,42	0,82	2	2,85	13	18,57	1,08
12	69	11	15,71	11	15,71	1,25	23	32,85	32	45,71	3,42
13	26	15	21,42	15	21,42	0,71	17	24,28	24	34,28	2,37
14	82	13	18,57	21	30,00	2,30	6	8,57	28	40,00	2,82
15	43	11	15,71	12	17,14	1,37	20	28,57	18	25,71	1,88
TOTALI	1.627	174		343			231		387		
Medie			16,56		32,66	2,57		22,00		36,85	2,76

(1) Dati riferiti a 70 frutti per ogni ripetizione.
(2) Numero tacche di butteratura per frutto (media ponderale).
(*) Solo su 55 frutti (a cui si riferiscono le percentuali relative).

RIEPILOGO TESI
Media di 15 ripetizioni

TRATTAMENTO	Butteratura amara		% di frutti marciti
	% frutti colpiti	Numero macchie per frutto	
A - Nitrato di calcio + lavaggio . . .	**15,13**	**0,96**	**7,33**
B - Nitrato di calcio senza lavaggio .	**16,90**	**1,16**	**11,41**
C - Controllo + lavaggio	**32,66**	**2,57**	**16,56**
D - Controllo senza lavaggio . . .	**36,85**	**2,76**	**22,00**

L.D.S. (per la percentuale di frutti butterati e marciti)
P: 99,9 (0,1%) = 11,97 ***
P: 99,0 (1%) = 7,08 **
P: 95,0 (0,5%) = 4,00 *
N.S. = Non significativo.

SIGNIFICANZA

% frutti con butteratura			
Tesi	**D**	**C**	**B**
A	***	***	**N.S.**
B	***	***	
C	**N.S.**		
D	—		

% frutti marciti			
Tesi	**D**	**C**	**B**
A	***	**	*
B	**	*	
C	*		
D	—		

dia ponderale per tesi, attribuendo alla prima classe 1,5 macchie, alla seconda 4 ed alla terza 8.

Per il rilievo dei marciumi invece non si è effettuato alcuna classificazione, ma solo conteggiato il numero dei frutti colpiti indipendentemente dallo stadio di avanzamento dell'alterazione, essendo gli stessi ormai commercialmente perduti.

Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati così raccolti, nonché la significanza delle differenze fra le varie tesi. L'analisi della varianza è stata preceduta dalla trasformazione delle percentuali in valori angolari.

Discussione dei risultati

Non avendo lo scopo di rilevare gli effetti positivi dell'etossichinina nei confronti del «riscaldo», già ripetutamente confermati, la elaborazione — mediante l'analisi della varianza — dei risultati concernenti la butteratura amara ed i marciumi dei frutti, ha confermato che:

— entrambe le tesi con nitrato di Ca (lavate e non con prodotto «antiriscaldo») hanno avuto una minor percentuale di frutti butterati rispetto ai controlli (differenza significativa fino allo 0,1%), oltre che un minor numero di macchie per frutto;

— il lavaggio post-raccolta dei frutti con il prodotto «antiriscaldo» in aggiunta al nitrato di Ca irrorato sulle piante in vegetazione non migliora l'efficacia di quest'ultimo verso la butteratura amara, come è stato invece ottenuto da alcuni AA. unendo i due prodotti in un solo trattamento subito prima o dopo la raccolta;

— entrambe le tesi con nitrato hanno avuto una minor percentuale di frutti marciti durante la conservazione, sempre in confronto ai rispettivi controlli (diff. significativa fino all'1%);

— anche i frutti lavati con soluzione «antiriscaldo» hanno avuto una minor percentuale di marciumi rispetto ai non lavati (diff. signif. solo al 5%).

Ciò significa che i due interventi (irrorazioni di nitrato sulla chioma ed immersione dei frutti in una soluzione «antiriscaldo» alla raccolta), migliorano entrambi la resistenza ai marciumi dimostrando così una loro interazione.

Se per il nitrato di Ca questo è spiegabile con il maggior ispessimento della buccia dei frutti (come è facile rilevare anche al tatto), il quale oppone induttivamente una maggior resistenza ai germi patogeni, l'azione positiva del lavaggio con etossichina va giustificata come pura asportazione degli stessi dalla superficie dei frutti, non avendo il prodotto azione fungicida.

CONCLUSIONI

I trattamenti quindicinali con nitrato di calcio all'1% ripetuti per quattro volte sulla chioma dei meli a partire dall'8 di giugno, diminuiscono significativamente l'incidenza della butteratura amara e dei marciumi delle mele Stark Delicious.

Il lavaggio post-raccolta delle stesse con etossichina allo 0,3%, allo scopo di contenere lo sviluppo del «riscaldo» si è dimostrato significativamente attivo nel diminuire ulteriormente l'insorgenza dei marciumi.

BIBLIOGRAFIA

BEYERS E., GINSBURG L. (1961), *A remedy for bitter pit in apples?*, «The deciduous Fruit Grower», october 1961.

BEYERS E., DEMPERS P. J. (1967), *Calcium sprays in apple orchard*, «The deciduous Fruit Grower», February 1967.

BÜNEMANN G. (1960), *Current research on the problem of bitter pit in apples*, «Bullettin de l'Istitut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux», vol. III.

— (1965), *Die Gartenbauwissenschaft*, n. 30 (12) Band, Heft 1.

CAMPBELL A. I., LUCKWILL L. C. (1962), *A trasmission experiment with bitter pit of apples*, «Jour. Hort. Sciences», vol. 37, n. 4.

GARMAN P., MATHIS W. T. (1956), *Studies of mineral balance as related to occurrence of «Baldwin spot» in Connecticut*, «The Conn. Agr. Exp. Station», Bulletin n. 601, oct. '56.

GORINI F., ECCHER T. (1963a), *La butteratura amara delle mele*, «Atti del congresso sulla conservazione e distribuzione dei prodotti ortofrutticoli, Bologna 28-30/5/1963», Accademia naz.le di Agricoltura.

—, — (1963b), *Indagini sperimentali relative alla insorgenza della butteratura amara nelle mele Ranetta del Canada*, op. citata.

HILKENBAUMER F., REINKEN G. (1959), *Erwerbsobstbau*, n. 1.

KIRBY A. H. M., BENNET M., SHARPLES R. O. (1968), *Phytotoxicity of ditiocarbamate fungicides on Worcester Pearmain*, «Report East Malling Research Station».

MARTIN D., LEWIS T. L., CERNY J. (1960), *Bitter pit in the apple variety Cleopatra in Tasmania in relation to calcium and magnesium*, «Australian Journal of Agr. Research», vol. II, n. 5.

MARTIN D., WADE G. C., STACKHOUSE K. (1962), *Bitter pit in the apple variety Sturmer in a pot experiment using low levels of major elements*, «Austr. Journ. of Experimentals Agricolture», vol. II, may.

MARTIN D., WADE G. C., ROLLS J. M. (1964), *The effect of crop size and low levels of major elements on fruit characteristics and incidence of storage pit in Sturmer apples in pot experiments*, «Austr. Journ. of Exp. Agr.», vol. IV, august.

MARTIN D., LEWIS T. L., CERNY J. (1965), *Experiments with orchard spray treatments for the control of bitter pit apples in Tasmania*, «Comm. Sc. and Ind. Res. Organization, Australia», Div. of Plant Industry, Tecnical paper n. 22.

MARTIN D., WADE G. C., ROLLS J. M. (1966), *The interrelation of mineral content of apples fruits and leaves under low levels of calcium, magnesium and potassium*, «Field Station Record», vol. V, n. 1, June.

MARTIN D., LEWIS T. L., CERNY J., GRASSIA A. (1967), *The spray experiments with Cleopatra apples 1965-66*, «Field Station Record», vol. VI, n. 2, dec.

MARTIN D., LEWIS T. L., CERNY J. (1967a), *Postharvest treatments of Granny Smith apples for pit and scald*, op. cit.

—, —, — (1967b), *Postharvest treatments for bitter pit reduction in Cleopatra 1966*, op. cit.

—, — (1967c), *The effect of various treatments on the penetration into apple fruits of calcium applied after harvest*, «Field Station Record», vol. VI, n. 1, june.

— (1967d), *45Ca movement in apple trees; experiments in Tasmania*, op. cit.

MEZZETTI A. (1961), *Iconografia delle alterazioni di mercato della frutta e degli ortaggi*, «Edizioni Agricole», Bologna.

OBERLEY G. H. (1959), *Ph. D. Thesis*, «Michigan State University».

PETRI L. (1931), *Rassegna dei casi fitopatologici osservati nel 1931*, «Bollettino della R. Stazione di Patologia vegetale».

PEYRONEL B. (1932), *La maculatura o butteratura amara delle mele*, «Boll. della R. Società Toscana di orticoltura».

POMA TRECCANI C. (1953), *Osservazioni su alcuni disturbi fisiologici delle mele durante la conservazione*, «Riv. di frutticoltura», vol. XV, n. 2.

POMA TRECCANI C. (1954 e 1956), *Fisiologia della maturazione in rapporto alla conservazione in frigorifero. Influenza dell'epoca di raccolta sulla conservazione e sui caratteri commerciali delle mele «Stayman Winesap»*, «I e II contr. Ann. Sper. Agr.», 1954, VIII, 2-291 e 1956, X, 6-2117.

POMA TRECCANI C. (1958), *Maturazione di raccolta e conservazione in regime di freddo delle mele «Abbondanza»*, «Boll. Cam. Com. Ind. Agr. Ferrara», sett.

POMA TRECCANI C. (1960), *Alterazioni fisiologiche delle mele in frigorifero. Cause e rimedi*, «Ist. Naz. Com. Estero e Staz. di Ortofrut. Milano», Ed. A. Pizzi.

RAPHAEL J. D., RICHARD R. R. (1962), *Bitter pit - Control by calcium nitrate sprays*, «Tasmania Journal of Agricolture», febr.

SMOCK R. M. (1941), *Studies on bitter pit of the apple*, «Cornell University Agr. Exp. Station», Memoir n. 234.

SCURTI J. (1948), *Sulla pseudosuberosi delle mele*, «Annali della Sper. Agr.», vol. II, n. 2.

VAN SCHREVEN A. C. (1958), *Bitter pit in apples*, «Annual Report I.B.V.T. Vageningen».

WILKINSON B. G. (1957-1958), *The effect of orchard factors on the chemical composition of apples - I. Some effects of manurial treatment and of grass*, «The Journ. hort. sciences», vol. 32, n. 2, april '57; *II. The relation betwen potassium and titrable acidity and betwen potassium and magnesium*, idem, vol. 33, n. 1, 1958.

RIASSUNTO

La butteratura amara delle mele è una grave fisiopatia osservata già da oltre 150 anni in Germania e successivamente in tutti i principali Paesi pomicoli del mondo compresa l'Italia ove, riscontrata per primo da Petri nel 1931, da circa un decennio sta arrecando danni sempre crescenti (almeno nel Veneto). L'alterazione si manifesta prevalentemente verso la parte calicina dei frutti con aree suberose, tondeggianti, spesso amare, di color marrone, isolate o confluenti del diametro di 3-5 mm., situate nei primi due cm. della polpa od affioranti sulla superficie dell'epidermide.

Sempre nel Veneto le varietà più colpite sono nell'ordine: Stark e Starking Delicious, King David, Stayman Winesap e sue mutazioni (Stayman Red e Turley) nonché Golden Delicious; più raramente Democrat e Morgenduft.

Quali le cause dell'alterazione? Fondamentalmente vengono attribuite a tutte quelle pratiche che incrementano il vigore vegetativo delle piante e soprattuto agli squilibrati apporti idrici ed alle eccessive e ritardate concimazioni, specie azotate e potassiche, le quali determinerebbero scompensi nell'assorbimento del calcio, che si trova in effetti sempre scarso nei frutti butterati.

Dopo aver passato in rassegna la più recente bibliografia esistente nel mondo sull'argomento e preso atto dei rimedi suggeriti nei vari Paesi, gli AA. riferiscono i risultati di prove di concimazioni fogliari con sali di calcio eseguite nel Veneto nel 1967. Queste sono state eseguite con trattamenti quindicinali di nitrato di calcio all'1% ripetuti per quattro volte a partire dall'8 di giugno. I risultati conseguiti sono stati i seguenti:

a) quattro trattamenti di nitrato di calcio all'1% irrorato sulla chioma diminuiscono significativamente la butteratura amara;

b) gli stessi trattamenti riducono altresì significativamente l'incidenza dei marciumi dei frutti durante la conservazione.

c) il lavaggio post-raccolta dei frutti con un prodotto «antiriscaldo» a base di etossichinina, in aggiunta al nitrato di calcio irrorato in soluzione sulle piante, diminuisce ulteriormente (significativo solo al 5%), il marciume dei frutti in conservazione.

SUMMARY

The bitter pit in apples is a serious physiopathy which has been observed over 150 years ago in Germany and, successively, in all the main apple-growing countries in the world, including Italy. Petri first observed it in 1931 in Italy, where in the lost 10 years it has caused an ever increasing damage (especially in the Venetian area). The alteration is found mainly in the apical part of the fruit, showing suberose, roundish, often bitter and brown areas, either isolated or grouped, having a diameter of 3-5 mms and being situated in the first 2 centimeters of the pulp or appearing on the surface of the peel.

Still speaking about Venetian area, the varieties most hit are, in the following order: Stark and Starking Delicious, King David, Stayman Winesap and its mutations (Stayman Red and Turley) as well as Golden Delicious; less frequently, Democrat and Morgenduft.

What are the reasons for this disease? They are basically attributed to all those techniques which are used to favour the growth of plants, and above all to the break of equilibrium in the water balance and to the excessive or retarded fertilizations, especially the nitrogen and potassium ones, which would cause deficiency in the absorption of calcium, which in fact is found always in small amounts in pitted fruits.

After reviewing the most recent bibliography existing in the world on this subject and taking note of the remedies suggested in the various countries, the authors report the results of leaf spraying with calcium salts carried out in Venetian area in 1967. These tests were carried out using fortnightly treatments with 1% calcium nitrate and were repeated four times starting from the middle of June. The following results were obtained:

a) four treatments with 1% calcium nitrate sprayed on the foliage reduced bitter pit (significant ot the 0,1% level);

b) the same treatments reduced also the percentage of fruits rotting during storage (significant ot the 1% level);

c) the post-harvest washing of the fruits with an «antiscald» based on stop scald product in addition to the calcium nitrate sprayed in solution on the plants, furtherly reduced the percentage of fruits rotting during storage (significant at the 5% level).